COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT VINGT-CINQUIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1897.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1897

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUILLET 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Hatt,* dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. d'Abbadie.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le Président invite M. **Hatt** à prendre place parmi ses Confrères.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve

l'élection de M. *de Lapparent*, dans la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. Des Cloizeaux.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le Président invite M. DE LAPPARENT à prendre place parmi ses Confrères.

HYDRODYNAMIQUE. — *Distribution des vitesses à travers les grandes sections, dans les écoulements graduellement variés, et équation du mouvement aux degrés d'approximation supérieurs;* par M. J. BOUSSINESQ.

« I. Laissant de côté la section rectangulaire à largeur $2a$ variable (1), calculons v, w, dans l'hypothèse générale d'un mouvement non permanent, pour les trois seuls cas où nous connaissions φ, savoir, ceux de la section soit rectangulaire large (mais avec $2a$ constant), soit circulaire ou demi-circulaire, et celui d'une section de forme quelconque, mais alors avec parois assez polies pour que la différence $\varphi - 1$ soit de l'ordre des quantités dont nous négligeons les carrés et produits.

» Dans les deux premiers cas, Φ, λ, μ étant nuls, il suffit d'obtenir γ par l'équation indéfinie (52), $\Delta_2\gamma = F_1 - \mathfrak{M}F_1$, où F_1 dépend seulement soit de ζ, soit du quotient $\text{r} = \frac{1}{2}\sqrt{\eta^2+\zeta^2}$ de la distance r à l'axe par le rayon R, et où, par suite, γ ne dépendra aussi que de ζ ou de r. On aura donc

$$\text{soit}\quad \frac{d^2\gamma}{d\zeta^2} = F_1 - \mathfrak{M}F_1,\qquad \text{soit}\quad \frac{1}{4\text{r}}\frac{d}{d\text{r}}\left(\text{r}\frac{d\gamma}{dr}\right) = F_1 - \mathfrak{M}F_1.$$

» Une intégration presque immédiate en déduit, vu la condition (48) annulant la dérivée première de γ à la limite $\zeta = 1$ ou $\text{r} = 1$,

$$(68)\qquad \frac{d\gamma}{d\zeta} = \int_0^\zeta (F_1 - \mathfrak{M}F_1)\,d\zeta \qquad \text{ou} \qquad \frac{d\gamma}{d\text{r}} = \frac{4}{\text{r}}\int_0^{\text{r}} (F_1 - \mathfrak{M}F_1)\,\text{r}\,d\text{r};$$

et les produits de cette expression soit par zéro et 1, soit par $\frac{\eta}{4\text{r}}$ et $\frac{\zeta}{4\text{r}}$, seront les dérivées de γ en η et ζ, à porter dans les formules (46) de v, w, ou dans celle, (56), de u', où φ est donné par (51). Il vient, par exemple, vu la

---

(1) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1492.

valeur (52) de $\varkappa$,

$$(69)\left\{\begin{aligned} u' &= \frac{dU}{dt}\varphi + U\frac{dU}{dx}\varphi^2 \\ &+ \left(\frac{k\sqrt{B_0}}{1+k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1}\right)^2 \frac{U}{\sigma}\frac{d\sigma}{dt}F'_1\left(\int_0^\zeta (F_1 - \mathfrak{M}F_1)\,d\zeta, \quad \text{ou} \quad \frac{1}{\varkappa}\int_0^\varkappa (F_1 - \mathfrak{M}F_1)\,\varkappa\,d\varkappa\right). \end{aligned}\right.$$

» Il ne reste plus qu'à y effectuer les intégrations, après avoir mis pour F_1, $\mathfrak{M}F_1$, F'_1 leurs valeurs effectives, $\frac{1}{2}(1-\zeta^2)$, $\frac{1}{3}$, $-\zeta$, dans le cas du rectangle large, et $\frac{2}{3}(1-\varkappa^3)$, $\frac{2}{5}$, $-2\varkappa^2$ dans le cas du cercle (avec une approximation suffisante).

» II. Lorsque $\varphi - 1$, ou le coefficient $k\sqrt{B_0}$, sont de l'ordre des quantités dont on néglige les carrés et produits, le rapport des vitesses individuelles u à leur moyenne U reste évidemment voisin de 1 dans le régime graduellement varié, même aux endroits et aux instants où un tel régime se détruit ou s'établit *rapidement,* c'est-à-dire quand les dérivées successives de U ou de σ en x et t, *encore* petites, ou *commençant* à l'être, n'ont pas des grandeurs décroissantes à mesure que leur ordre s'élève. En effet, les frottements, même alors, sont la principale cause de l'*inégalité* de vitesse entre les filets fluides et n'agissent pas plus (ou, du moins, pas incomparablement plus) pour l'accroître, quand le régime varie que lorsqu'il est uniforme.

» La différentiation *complète* de u, v, w en t, pour obtenir u', v', w', s'y effectuera en faisant varier t de dt et x de $u\,dt$, ou même de $U\,dt$, mais en laissant constantes y, z; car les dérivées en y, z non seulement de v, w, mais aussi de u, y seront de petits facteurs, comme v, w. On aura, très sensiblement,

$$(70)\quad u' = \frac{du}{dt} + U\frac{du}{dx} = \frac{dU}{dt} + U\frac{dU}{dx}, \qquad (v', w') = \frac{d(v,w)}{dt} + U\frac{d(v,w)}{dx};$$

et la condition d'intégrabilité (1) deviendra

$$(71)\quad \left(\frac{d}{dt} + U\frac{d}{dx}\right)\left(\frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy}\right) = 0, \qquad \text{ou} \qquad \frac{d_c}{dt}\left(\frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy}\right) = 0,$$

équation où le symbole d_c désigne une différentiation *complète* par rapport au temps, effectuée en suivant une même particule fluide dans son mouvement moyen local.

» Donc, d'une part, l'accélération longitudinale u' se calcule sans avoir besoin de connaître v, w. D'autre part, la différence $\frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy}$ reste nulle tou-

jours, dans chaque particule fluide, comme aux moments où le régime est, autour d'elle, uniforme ou très graduellement varié; et v, w sont, à l'intérieur de chaque section normale σ, les dérivées respectives en y, z d'une même fonction.

» D'ailleurs, ϖ étant, comme $\varphi - 1$, constamment voisin de zéro, même quand U et σ changent entre de larges limites, le second membre de (53) continue à être négligeable, alors que v, w ne le sont plus, et les relations (54), (55) subsistent. Enfin, l'on peut, dans les expressions générales (46) de v, w, où tous les termes avaient déjà un petit facteur, réduire φ à l'unité et supprimer les deux termes où figure $\varkappa$, devenu un second petit facteur (de l'ordre de $k\sqrt{B_0}$) d'après (52).

» Alors l'égalité des deux dérivées de v en z et de w en y donne immédiatement, comme équation indéfinie en Φ, que complétera la condition (55) au contour,

$$\frac{h}{a}\frac{d^2\Phi}{d\eta^2} + \frac{a}{h}\frac{d^2\Phi}{d\zeta^2} = 0,$$

et celles-ci, exactement pareilles (vu $\varphi = 1$) aux équations (62) et (61) en Φ', déterminent, comme elles, leur solution, qui est $\Phi = 0$. Les formules (46) donnent donc simplement

$$(72)\qquad \begin{cases} v = \left(\frac{dy_0}{dt} + U\frac{dy_0}{dx}\right) + \left(\frac{da}{dt} + U\frac{da}{dx}\right)\eta, \\ w = \left(\frac{dz_0}{dt} + U\frac{dz_0}{dx}\right) + \left(\frac{dh}{dt} + U\frac{dh}{dx}\right)\zeta, \end{cases}$$

valeurs linéaires en η, ζ ou en y, z.

» Ces expressions (72) de v, w, établies sans supposer les dérivées de U et σ de plus en plus petites à mesure que leur ordre s'élève, nous permettront d'aborder l'étude sinon des écoulements *rapidement variés*, du moins de ceux qui *commencent à le devenir* ou qui *cessent de l'être*.

» III. Connaissant par la formule (56) l'accélération longitudinale u' aux divers points (y, z), ou mieux (η, ζ), d'une section σ, il devient possible d'intégrer le système (10) d'équations déterminant la fonction F_2, dans l'expression générale (8) du mode de distribution des vitesses. Nous savons que cette fonction F_2 s'annule avec le second membre $u' - \mathfrak{M}u'$ de la première (10). Celle-ci étant d'ailleurs linéaire, il est clair que F_2 se composera d'autant de termes qu'en comprend u', et respectivement proportionnels aux facteurs indépendants de η, ζ dans les termes de u'. Vu les équations (51), (52), (48), (67), et enfin (66) combinée avec la condi-

tion $\Gamma = 0$ (sur le contour), qui régissent φ, $\varkappa$, γ, Φ, nous aurons donc, dans toutes les sections semblables, un résultat de la forme

$$(73)\quad \left\{ \begin{aligned} F_2 = {} & \frac{k\sqrt{B_0}}{1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1}\left[U\frac{dU}{dx}\frac{\mathcal{F}(\eta, \zeta, k\sqrt{B_0})}{1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1} + \frac{dU}{dt}\mathcal{F}_1(\eta, \zeta)\right] \\ & + \left(\frac{k\sqrt{B_0}}{1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1}\right)^2\left[\frac{U}{\sigma}\frac{d\sigma}{dt}\mathcal{F}_2(\eta, \zeta) + U\frac{dU}{dx}\mathcal{F}_3(\eta, \zeta, k\sqrt{B_0})\right]. \end{aligned} \right.$$

» Les quatre fonctions de η, ζ appelées $\mathcal{F}$, $\mathcal{F}_1$, $\mathcal{F}_2$, $\mathcal{F}_3$, dont la première et la dernière seules dépendent en outre de $k\sqrt{B_0}$, sont déterminées par les quatre équations indéfinies respectives

$$(74)\quad \left\{ \begin{aligned} & \frac{d}{d\eta}\left(F\frac{d\mathcal{F}}{d\eta}\right) + \frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{d\mathcal{F}}{d\zeta}\right) = 2(F_1 - \mathfrak{M}F_1) + k\sqrt{B_0}(F_1^2 - \mathfrak{M}F_1^2), \\ & \frac{d}{d\eta}\left(F\frac{d\mathcal{F}_1}{d\eta}\right) + \frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{d\mathcal{F}_1}{d\zeta}\right) = F_1 - \mathfrak{M}F_1, \\ & \frac{d}{d\eta}\left(F\frac{d\mathcal{F}_2}{d\eta}\right) + \frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{d\mathcal{F}_2}{d\zeta}\right) = \frac{dF_1}{d\eta}\frac{d\gamma}{d\eta} + \frac{dF_1}{d\zeta}\frac{d\gamma}{d\zeta} - \mathfrak{M}\left(\frac{dF_1}{d\eta}\frac{d\gamma}{d\eta} + \frac{dF_1}{d\zeta}\frac{d\gamma}{d\zeta}\right), \\ & \frac{d}{d\eta}\left(F\frac{d\mathcal{F}_3}{d\eta}\right) + \frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{d\mathcal{F}_3}{d\zeta}\right) = \frac{dF_1}{d\zeta}\frac{d\Gamma}{d\eta} - \frac{dF_1}{d\eta}\frac{d\Gamma}{d\zeta} - \mathfrak{M}\left(\frac{dF_1}{d\zeta}\frac{d\Gamma}{d\eta} - \frac{dF_1}{d\eta}\frac{d\Gamma}{d\zeta}\right), \end{aligned} \right.$$

et, en outre, par les conditions définies communes

$$(75)\quad \left\{ \begin{aligned} & F\frac{d(\mathcal{F}, \mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2, \mathcal{F}_3)}{d\nu} = 0 \text{ (au contour)}, \\ & (\mathcal{F}, \mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2, \mathcal{F}_3) = 0 \text{ (au milieu du fond)}. \end{aligned} \right.$$

» Toutefois, la partie en $\mathcal{F}_3$ de la formule (73), celle qu'introduit la fonction Φ (ou la fonction Γ) et qui serait nulle dans les cas des deux sections circulaire (ou demi-circulaire) et rectangulaire d'une grande largeur constante, n'est donnée que pour le mouvement permanent, auquel nous nous sommes bornés dans le calcul de Φ; et c'est pourquoi nous avons pu, le débit $U\sigma$ étant alors constant, y remplacer le facteur $-\frac{U^2}{\sigma}\frac{d\sigma}{dx}$ par $U\frac{dU}{dx}$, de manière à faire rentrer ce terme dans le type de celui d'entre les termes précédents que n'annule pas l'hypothèse de la permanence, et qui est le terme en $\mathcal{F}$.

» La formule (11), caractéristique du mode de distribution des vitesses, deviendra donc, si l'on y substitue à u_0, dans les petits termes, le quotient de U par $1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1$, et sauf toujours la même restriction quant au

terme en $\mathcal{F}_3$,

$$(76)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{u}{u_0} = 1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1 + \frac{k^2}{g}\frac{\sigma}{\chi}\frac{1}{U^2}\left[U\frac{dU}{dx}\mathcal{F}(\eta,\zeta,k\sqrt{B_0}) + (1+k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1)\frac{dU}{dt}\mathcal{F}_1(\eta,\zeta)\right] \\ + \frac{k^3\sqrt{B_0}}{g}\frac{\sigma}{\chi}\frac{1}{U^2}\left[\frac{U}{\sigma}\frac{d\sigma}{dt}\mathcal{F}_2(\eta,\zeta) + U\frac{dU}{dx}\mathcal{F}_3(\eta,\zeta,k\sqrt{B_0})\right]. \end{aligned} \right.$$

» Dans les cas particuliers de sections rectangulaires d'une grande largeur constante et de sections circulaires ou demi-circulaires, l'on a $\mathcal{F}_3 = 0$, les valeurs de $\mathcal{F}$, $\mathcal{F}_1$, $\mathcal{F}_2$ se calculent aisément par les équations (74) et (75), où F_1 et γ ont les valeurs indiquées plus haut (p. 7 et 6), avec F égal soit à 1, soit à l'inverse de ι; et l'on obtient ainsi, pour le rapport de u à u_0, les expressions données aux §§ IX, X, XXVI et XL de mon *Essai sur la théorie des eaux courantes* (p. 90, 94, 246, 266, et 516 à 520).

» IV. Le second membre de (76), divisé par sa valeur moyenne aux divers points d'une section σ, donnera le rapport $\varphi + \varpi$ de u à U. On formera son excédent sur l'expression de φ résultant de (51); et cet excédent réduit à sa partie linéaire par rapport aux trois petites dérivées premières de U en x et de U et σ en t, sera la fonction ϖ dans sa partie de première approximation, ou abstraction faite d'écarts comparables aux dérivées d'ordre supérieur de U et σ. On pourra donc évaluer les petits excès respectifs $2\varphi\varpi$, $3\varphi^2\varpi$ du carré et du cube de $\varphi + \varpi$ sur ceux de φ; et leurs valeurs moyennes dans toute l'étendue σ, savoir $\mathfrak{M}(2\varphi\varpi)$, $\mathfrak{M}(3\varphi^2\varpi)$, seront les petites parties variables des coefficients $1 + \eta$ et α, réduites à leurs termes principaux ou affectés des dérivées premières de U et σ. Ce qui s'y trouve ainsi négligé, étant d'un ordre supérieur au premier, aura ses dérivées en x ou en t d'un ordre supérieur au second et, par suite, négligeable, même à une deuxième approximation des lois du mouvement graduellement varié.

» Il suit de là qu'il suffira, à une deuxième approximation, de substituer dans (25) et (26), aux dérivées de η et α qui y figurent, les dérivées analogues des expressions trouvées pour $\mathfrak{M}(2\varphi\varpi)$ et pour $\mathfrak{M}(3\varphi^2\varpi)$. C'est ainsi que, dans le cas d'un cours d'eau à section rectangulaire d'une grande largeur constante, l'on arrivera le plus simplement possible à l'équation de deuxième approximation du mouvement, qui porte le n° 367 dans mon *Essai sur la théorie des eaux courantes* (§ XXXVI, p. 437) et dont dépend la déformation plus ou moins rapide des ondes descendantes ou ascendantes (de courbure sensible) le long d'un tel courant (¹).

(¹) Voir aussi les *Additions à l'Essai sur la théorie des eaux courantes*, p. 55, au Tome suivant XXIV du *Recueil des Savants étrangers*.

» VII. La différentiation en x de la valeur trouvée de ϖ fera de même connaître, avec erreur comparable aux dérivées troisièmes seulement de U et σ, le second membre de l'équation (53), dans sa partie principale, ou du deuxième ordre de petitesse ; et l'on pourra, dès lors, aborder le calcul de λ, μ, v, w, u', F_2, ϖ, $1+\eta$, α pour les termes de cet ordre. Dans les deux cas de la section rectangulaire d'une grande largeur constante et circulaire ou demi-circulaire, v, w continuent évidemment à être les dérivées en y, z d'une même fonction ou de ζ ou de ι; et les calculs n'offrent guère d'autre difficulté que leur excessive longueur, comme on peut en juger par la partie citée ci-dessus de mon *Essai sur la théorie des eaux courantes* (§ XXXVI). Je les y ai effectués, dans le premier de ces cas, pour arriver à l'équation (n° 367) citée ci-dessus, avant d'avoir découvert le procédé qui la déduit de (25).

» Quand on emploie ces calculs pour former $1+\eta$, α et l'équation du mouvement à une troisième approximation, là où il sont généralement indispensables, il ne faut pas oublier que les équations (25) et (26) doivent être complétées, comme on l'a vu au début de cette Étude, par un terme provenant de ce que la pression moyenne p ne varie plus alors hydrostatiquement dans l'étendue d'une même section σ. A partir de l'axe hydraulique où l'on se donne $p=p_0$, p s'accroît, en effet, du terme

$$(77)\qquad -\rho\int_{y_0,z_0}^{y,z}(v'dy+w'dz)=-\rho\int_{0,0}^{\eta,\zeta}(av'd\eta+hw'd\zeta).$$

» Au terme $\frac{u'}{g}$ de la première équation indéfinie du mouvement $\Big($où u' et p entrent par l'expression $\frac{u'}{g}+\frac{1}{\rho g}\frac{dp}{dx}\Big)$, il vient donc s'adjoindre, quand on élimine de cette équation la dérivée de p en x divisée par ρg, l'expression

$$(78)\quad -\frac{1}{g}\frac{d}{dx}\int_{y_0,z_0}^{y,z}(v'dy+w'dz)=-\frac{1}{g}\int_{0,0}^{\eta,\zeta}\left(a\frac{dv'}{dx}d\eta+h\frac{dw'}{dx}d\zeta\right).$$

» On a pu la différentier sous le signe $\int$ et même n'y différentier que le facteur déjà petit v' ou w', car les dérivées en x des limites soit inférieures y_0, z_0, soit supérieures η, ζ, ou celles de a, h, ne donneraient, multipliées par les petites fonctions v' ou w', que des produits négligeables.

» Par suite, dans nos équations (3), (5), (7), (10), (13), (14), (16), (17), (18), u', partout où il figure, se trouve accru du produit de (78) par g, et $(u^2)'$, c'est-à-dire $2U\varphi u'$, se trouve lui-même accru du produit

de $2U\varphi$ par (78) et par g. Donc, le second membre de l'équation définitive (18) ou (25) du mouvement devra être complété, en y ajoutant le terme

$$(79) \qquad -\frac{1}{g}\mathfrak{M}\left[(2\varphi-1)\int_{0,0}^{\eta,\zeta}\left(a\frac{dv'}{dx}d\eta+h\frac{dw'}{dx}d\zeta\right)\right],$$

où il suffira d'évaluer à une première approximation, par les formules (46) de v, w, les très petites accélérations transversales v', w'. »

PHYSIQUE. — *Sur l'explosion du manomètre d'un appareil à projection;* par M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Si lundi dernier l'Académie n'avait pas levé sa séance, mon désir était d'appeler son attention sur l'explosion qui a eu lieu, vers le milieu de ma dernière leçon, à la Sorbonne, le 26 juin.

» Les démonstrations sont si commodes et rendues si claires, si faciles à l'aide des projections, que ce procédé se répand de plus en plus. Et cependant on compte déjà à son avoir de graves accidents. Celui qui s'est produit pendant ma leçon, au cours d'une démonstration, mérite, je crois, de fixer l'attention de l'Académie.

» Je venais de finir l'explication d'une première image et j'en demandais une seconde quand l'explosion eut lieu. Un de mes préparateurs, M. Raymond Lanceplaine, eut la figure littéralement mitraillée et l'œil droit gravement blessé par les débris du manomètre lancés dans toutes les directions : l'on a trouvé des débris de la glace couvrant le cadran un peu partout dans la salle; l'aiguille était implantée dans l'escalier de l'amphithéâtre; un débris du tube, lancé au plafond, est retombé sur l'appariteur sans le blesser; le bord d'une banquette, voisine de l'appareil, a été détaché; enfin M. Brumpt, un autre préparateur, a reçu à la cuisse trois contusions linéaires sans gravité.

» Il paraît que des explosions semblables se sont produites en plus d'une circonstance; il importe donc de ne pas laisser passer inaperçue celle qui vient d'avoir lieu, afin de prendre des mesures pour mettre à l'abri et le public et le corps enseignant.

» On ne peut s'expliquer un aussi petit nombre de blessés qu'en supposant que la charge, lancée par l'explosif, s'est dirigée verticalement et contre la banquette supérieure à l'appareil.

» Quelle est la cause de l'explosion?

» La lumière était obtenue par le mélange et la combustion du gaz de l'éclairage et de l'oxygène dans l'appareil bien connu. La production d'un mélange explosif ne pouvait avoir lieu, car pour obtenir un échauffement lent et progressif des lentilles de la partie optique, afin d'éviter leur fêlure par des dilatations brusques et surtout de n'avoir jamais dans la lanterne une fuite de gaz, M. R. Lanceplaine avait le soin d'enflammer toujours le jet d'hydrogène et de le laisser brûler pendant toute la leçon. Il ne pouvait ainsi y avoir de cause d'accident puisque le gaz se brûlait dès qu'il arrivait.

» La cause ne peut être attribuée non plus à un manque de soin ou au maniement défectueux de l'instrument. Pendant tout le semestre, depuis le commencement de mars jusqu'à la fin de juin, il n'y a pas eu une leçon dans laquelle le même préparateur n'ait toujours parfaitement fait réussir les démonstrations.

» J'avais d'ailleurs l'habitude constante, avant la leçon, de voir les dessins projetés, afin de me rendre un compte exact de leur effet et, le jour même de l'explosion, cet essai avait été fait avec mes deux préparateurs et tout avait marché très bien. A ce moment, l'aiguille du manomètre accusait de 90 à 95 atmosphères dans la bouteille à oxygène et, pour éviter les sifflements qui quelquefois ont lieu par l'arrivée trop rapide de l'oxygène, M. R. Lanceplaine avait réglé et diminué le courant.

» Après cet accident, je frémis en me rappelant qu'après une leçon pendant laquelle de nombreuses projections avaient été faites, une partie nombreuse du public, fort intéressée et désireuse de voir de plus près des détails, s'était groupée auprès de moi autour de l'appareil. L'écran avait été placé à un mètre de distance et M. Lanceplaine avait projeté, à l'aide d'un microscope solaire, des préparations microscopiques dont je montrais les infinis détails. Combien grand eût été le nombre des blessés si le manomètre eût fait explosion ce jour-là et à ce moment!

» Est-ce un défaut de construction ou l'usure de l'appareil qui a causé l'accident? Si ces suppositions sont admises, on est en droit de demander que toute livraison d'un manomètre soit, au préalable, soumise à des essais rigoureux et obligatoires.

» Le manomètre qui a fait explosion était un manomètre Bourdon; il avait longtemps servi dans d'autres cours, n'appartenait pas à mon laboratoire, auquel il avait été prêté.

» Dans une conversation avec plusieurs de mes Confrères, dans une

réunion antérieure à celle-ci, une opinion a été émise. On pourrait supposer, d'après elle, que l'oxygène, sous une forte pression, en présence de matières organiques, peut produire des mélanges détonants.

» Il m'a paru nécessaire de présenter ces observations à l'Académie, car on a rendu compte, d'une façon fort inexacte, de l'accident qui aurait pu faire plus de victimes, mais la gravité des blessures causées par lui sur l'œil de l'une d'elles mérite certes bien que physiciens, mécaniciens et chimistes cherchent à mettre à l'abri le public et le personnel enseignant contre de pareils malheurs.

» Ne serait-il pas utile qu'une Commission fût chargée de l'examen des questions que font naître ces accidents, qui, paraît-il, ne sont pas isolés?

» N'y a-t-il à s'occuper avec la plus grande sollicitude de ces malheureux accidents qui arrivent dans l'exercice des fonctions? Le cours public, le laboratoire des recherches en vue des progrès de la Science, ne sont-ils pas le champ de bataille, le champ d'honneur de tout le personnel attaché à l'enseignement? »

La question est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Wolf, Cornu, Maurice Lévy, Armand Gautier, Michel Lévy, Haton de la Goupillière, Cailletet.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de M. *Tchebichef*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Virchow	obtient	32 suffrages,
M. Stokes	»	9 »
M. Suess	»	2 »
M. Hooker	»	1 »
M. Schiaparelli	»	1 »

M. **Virchow**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Dupont** adresse, de Rouen, une Note relative à « l'établissement d'une formule générale d'interpolation pour les fonctions d'un nombre quelconque de variables ».

(Commissaires : MM. Appell, Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces algébriques qui admettent comme ligne asymptotique une cubique gauche.* Note de M. **Ch. Bioché**, présentée par M. Appell.

« J'ai étudié, depuis quelque temps déjà, les surfaces du troisième ordre ayant pour ligne asymptotique une cubique gauche; j'ai étendu mes recherches aux surfaces d'ordre quelconque. Si les résultats que je vais énoncer ne sont pas nouveaux, je les crois, tout au moins, peu connus.

» Une surface du troisième ordre, qui admet pour ligne asymptotique une cubique gauche, peut toujours se définir comme lieu des pôles d'un plan fixe par rapport aux quadriques passant par la cubique. Le plan et la surface correspondante constituent le jacobien d'un système formé par trois quadriques contenant la cubique, et par le plan double. On a ainsi une représentation de la surface sur le plan. Dans cette représentation les points fondamentaux sont confondus deux à deux; mais on peut obtenir facilement une représentation à points fondamentaux distincts.

» Dans le cas général, où le plan coupe la cubique en trois points distincts, la surface a trois points doubles; elle admet 2 cubiques asymptotiques situées sur une même quadrique; elle contient 22 systèmes de cubiques tels que par deux points de la surface il passe une cubique de chaque système; parmi les 22 cubiques passant par deux points, 2 passent par les trois points doubles, 6 par deux points doubles, 12 par un seul, et 2 ne passent par aucun point double. La surface se particularise parmi les surfaces à trois points doubles par diverses propriétés simples; par exemple elle est caractérisée par ce fait qu'elle admet une section plane composée de trois droites concourantes, ne passant par aucun des points doubles.

» L'étude de cette surface m'a conduit à chercher la condition pour qu'un système de coniques dépendant d'un paramètre soit constitué par les traces de cônes du deuxième ordre contenant une même cubique gauche. La condition peut s'énoncer de diverses façons; en particulier si les coniques sont des cercles, ceux-ci doivent passer par un point et avoir leurs centres sur un cercle passant par ce point.

» J'ai étudié les cas particuliers qui se présentent lorsque le plan devient tangent ou osculateur. Dans ce dernier cas la surface est réglée et ses directrices sont confondues. Toute surface réglée à directrices confondues peut s'obtenir de cette façon; si la surface est à plan directeur, c'est une surface de translation.

» J'ai obtenu l'équation générale des surfaces d'ordre m ayant pour asymptotique une cubique gauche. La condition d'avoir une cubique asymptotique équivaut à $6m-2$ conditions linéaires. Une surface de la catégorie indiquée possède $3(m-2)$ points doubles sur la cubique (elle peut en avoir d'autres). L'équation générale des surfaces d'ordre m contenant la cubique et admettant les $3(m-2)$ points doubles signalés contiendrait 3 paramètres variables.

» Parmi les surfaces du quatrième ordre, il y en a qui divisent harmoniquement toutes les cordes de la cubique asymptotique. Une pareille surface peut se définir comme le jacobien de quatre quadriques passant par 6 points; la cubique asymptotique est celle qui passe par les 6 points. Si ces points se confondent en deux groupes de 3 points, la surface du quatrième ordre est réglée, toutes les lignes asymptotiques non rectilignes sont des cubiques, et elle divise harmoniquement les cordes de l'une quelconque de ses asymptotiques. C'est la seule surface réglée, à asymptotiques cubiques, qui possède cette propriété. Son équation peut se ramener à la forme

$$XZ^3 - Y^3T = 0. »$$

OPTIQUE. — *Sur la polarisation partielle des radiations lumineuses sous l'influence du champ magnétique.* Note de MM. N. Egoroff et N. Georgiewsky, présentée par M. A. Cornu.

« Depuis la dernière Note, que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa séance du 3 mai, nous avons continué nos expériences et nous sommes arrivés à quelques nouveaux résultats sur lesquels nous nous permettons d'attirer l'attention de l'Académie.

» 1. L'intensité lumineuse d'un bec Bunsen augmente toujours sous l'influence du champ magnétique.

» 2. Si l'on observe le spectre de diffraction (réseau plan de Rowland) du sodium d'un brûleur Drummond à l'aide d'un prisme de Wollaston, on peut constater que le champ magnétique polarise partiellement chacune des images dans deux plans perpendiculaires : l'une des images s'élargit très peu, l'autre s'élargit notablement (devient de deux fois à deux fois et demie plus large) et, en même temps, sa partie centrale devient noire. Ce fait a déjà été signalé par M. Zeeman (1).

» Si nous réglons la température du brûleur de façon à obtenir, sans mettre en jeu le champ magnétique, le renversement de la partie centrale des raies D_1 et D_2 du sodium, on constate dans le champ magnétique, dont l'intensité n'a pas varié (8000), que l'une des images du prisme de Wollaston est un peu élargie, tandis que, dans l'autre image, très élargie, on voit apparaître *deux* raies noires. Ce fait montre l'importance que joue la température dans les phénomènes que nous étudions.

» 3. Presque tous les métaux dont la partie visible du spectre n'accuse aucune modification dans le champ magnétique (8000) ont leurs raies spontanément renversables dans la partie ultra-violette de leur spectre. Ce fait nous oblige à rechercher l'influence du champ magnétique sur la partie ultra-violette du spectre.

» 4. Les raies fines des métalloïdes, obtenues par la méthode de M. de Gramont, restent sans modification dans le champ magnétique. »

ÉLECTRICITÉ. — *La déviation magnétique des rayons cathodiques et des rayons* X. Note de M. G. DE METZ, présentée par M. Poincaré.

« Au sujet de ma Communication du 20 avril 1896, ainsi que celle du 10 août 1896, M. H. Poincaré a émis l'opinion que les photographies dont j'y parle ont été probablement obtenues à l'aide des rayons X, provoqués par les rayons cathodiques après leur choc contre le couvercle en carton ou en aluminium de mon châssis, et non par les rayons cathodiques eux-mêmes. Pour vérifier cette hypothèse et mettre mes recherches antérieures à l'abri de tout doute, j'ai entrepris une nouvelle série d'expériences, dont je présente maintenant les résultats à l'accueil bienveillant de l'Académie.

(1) *Comptes rendus*, 21 juin 1897.

» Tout d'abord, ces expériences nous montrent que les rayons cathodiques gardent bien leur nature, et qu'il ne leur suffit point de rencontrer un obstacle pour devenir des rayons X. Pour démontrer cette proposition, j'ai eu recours aux phénomènes de la réflexion des rayons cathodiques sur le miroir de platine ainsi qu'aux phénomènes plus compliqués de leur absorption dans une couche mince d'aluminium, et je trouvais toujours que les rayons réfléchis par le platine et les rayons transmis par l'aluminium étaient sensibles à l'action déviatrice de l'aimant, ce qui prouve qu'ils sont restés cathodiques, selon la convention actuelle. Dans toutes ces recherches, les rayons ont été éprouvés à une distance de 30^{cm} à 50^{cm} de la cathode, afin d'être sûr que l'action magnétique s'exerçait justement sur le bout observé du faisceau cathodique et non sur celui près de la cathode elle-même; ces distances, d'ailleurs, ont été choisies d'après l'expérience préalable.

» Ces résultats et encore d'autres, dont je ne peux pas ici rendre compte en peu de mots, m'autorisent à penser que mes photographies ont été obtenues à l'aide des rayons cathodiques.

» En même temps, je tentais la déviation magnétique des rayons X, et mes efforts m'ont amené au succès. J'ai pris, à cette fin, une ampoule de Crookes toute faite, en forme de poire, à cathode plane, et j'ai collé à son anticathode un long tube en verre, de forme cylindrique, qui s'adaptait, par son extrémité libre, à une pompe à mercure, pour y faire du vide au degré voulu. A l'intérieur de ce tube se trouvait un cylindre en aluminium relié au sol, afin d'éviter toute action perturbatrice des parois chargées sur le faisceau des rayons. Un bout de ce cylindre, celui d'en face de la cathode, était protégé par un filet métallique, tandis que l'autre, recouvert d'une plaque d'aluminium, avait, tout près du fond, deux fenêtres aux mailles métalliques, à travers lesquelles on pouvait observer un écran de platinocyanure de baryum; outre cela, au milieu de ce cylindre se trouvait un diaphragme en laiton épais, à ouverture circulaire, pour ne laisser passer qu'un mince faisceau des rayons.

» Dans ces conditions, les rayons X, partant de l'ampoule de Crookes, entrent dans le tube en verre, traversent les mailles du filet et l'ouverture du diaphragme, atteignent l'écran et y provoquent la fluorescence, visible à travers les mailles des fenêtres. Tant que la pression de l'air dans ce tube est atmosphérique, on remarque bien la fluorescence de l'écran; mais l'aimant ne peut pas encore produire une déviation de la tache lumineuse paraissant sur l'écran. Ce phénomène persiste jusqu'à une pression de $0^{mm},5$

de mercure, tandis que, à partir d'ici, la tache lumineuse commence à être facilement déviable par un aimant, comme on l'observe d'après ses mouvements réguliers sur la surface de l'écran.

» En augmentant le degré du vide, on diminue la diffusion de la lueur fluorescente sur l'écran et l'on améliore notablement les conditions de l'expérience : la tache lumineuse ne se répand plus sur la surface entière du platinocyanure de baryum, elle se rétrécit, occupe la partie centrale et présente une ligne de démarcation entre le clair et l'ombre assez nette, à une pression de $0^{mm},008$.

» Quant au signe de cette action, j'ai constaté qu'elle était la même à l'intérieur de l'ampoule de Crookes et dans le cylindre décrit, à savoir : le pôle nord attirait ce faisceau lumineux et le pôle sud le répulsait.

» Quelle conclusion peut-on tirer de ces phénomènes? Ou bien les rayons X subissent dans le vide l'influence magnétique, et alors comment les distinguer des rayons cathodiques; ou bien les rayons cathodiques traversent les parois de l'ampoule en verre assez épais et ne se transforment pas en rayons X dans ce cas, et dès lors la distinction de ces deux espèces de rayons devient embarrassante. »

PHYSIQUE. — *Sur les effets actino-électriques des rayons Röntgen.* Note de M. S. **Puggenheimer**, présentée par M. Lippmann.

« M. Edmond Becquerel et, à sa suite, Hankel et d'autres savants ont établi que si, de deux électrodes plongées dans un liquide, on expose l'une à la lumière, il y a production d'un courant électrique dont le sens dépend des conditions de l'expérience. A l'aide d'une disposition expérimentale convenable, j'ai pu employer un tube de Crookes comme source de radiations actives et j'ai obtenu les résultats suivants :

» *Si l'on plonge deux électrodes identiques dans un liquide et si l'on expose ensuite l'une aux rayons de Röntgen, il y a naissance d'un courant qui va ordinairement de la plaque exposée aux rayons X à l'autre par le circuit extérieur. L'intensité du courant dépend de l'intensité du rayonnement, et si ce dernier est intense, le courant change de sens pendant l'expérience* [1]. »

[1] Travail fait au laboratoire des recherches (Physique) de la Sorbonne.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un ampèremètre thermique à mercure.* Note de M. CHARLES CAMICHEL, présentée par M. Violle.

« Les ampèremètres et voltmètres thermiques ont de grands avantages : ils ne sont pas influencés par le voisinage des machines et s'appliquent très bien à la mesure des courants alternatifs. On utilise généralement, dans ces appareils, la dilatation d'un fil, qu'on amplifie par un mécanisme convenable. Néanmoins, il existe des appareils thermiques fondés sur la dilatation de l'air; la *Reason manufacturing Company* de Brighton construit des ampèremètres thermiques dans lesquels une ampoule pleine d'air est entourée de plusieurs tours d'une bande de platinoïde, traversé par le courant à mesurer; l'air contenu dans cette ampoule se dilate et son augmentation de pression mesure le courant inconnu. A ma connaissance, le mercure n'a jamais été employé pour constituer des ampèremètres et voltmètres thermiques. On a mesuré, il est vrai, les courants induits dans une masse de mercure par la dilatation de celle-ci; mais ces appareils, qui sont de véritables transformateurs dans lesquels le secondaire est un circuit de mercure, appartiennent à une catégorie d'instruments totalement différents.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie de nouveaux ampèremètres et voltmètres thermiques.

» Mon ampèremètre se compose d'un thermomètre à mercure dont le réservoir est placé dans un tube de verre concentrique, de diamètre légèrement supérieur. L'espace annulaire étroit compris entre le réservoir du thermomètre et le tube de verre est rempli de mercure M. On fait passer dans la masse de mercure M le courant inconnu pendant trente secondes et on lit l'élévation de température du thermomètre. Au début, la masse tout entière du mercure M est à une même température t_0. Le courant passe et échauffe surtout les points situés autour du réservoir. La chaleur produite par le passage du courant peut se diviser en deux parties : l'une se transmet directement au thermomètre, l'autre se propage par conductibilité et par convection dans toute la masse M et par rayonnement à l'extérieur de l'appareil.

» Si la température initiale t_0 est toujours la même, si l'enceinte entourant l'appareil est également à une température constante dans les diverses expériences, un même courant, passant pendant un temps déterminé dans l'appareil, donnera une élévation de température du thermomètre toujours la même et l'appareil constituera un véritable ampèremètre étalon.

» Dans la pratique et pour la vérification des ampèremètres et voltmètres employés sur les tableaux de distribution, les précautions précédentes sont inutiles : il suffit de

placer l'appareil dans une enceinte destinée à le préserver des courants d'air. On peut remarquer en effet que la conductibilité du mercure ne varie pas très rapidement avec la température.

» Voici quelques nombres relatifs à un ampèremètre à mercure, destiné à mesurer des courants compris entre 0 et 20 ampères.

» La résistance intérieure de l'appareil était environ $0^{ohm},2$, l'élévation maxima de température du mercure M ne dépassait pas 30°.

» Dans ces conditions, la variation de résistance du mercure M est certainement inférieure à $\frac{1}{100}$ d'ohm : il suffit donc de placer l'ampèremètre dans un circuit ayant une résistance totale de 4 ou 5 ohms au moins pour n'avoir pas à tenir compte de cette variation.

» Les courbes de graduation de l'appareil sont très régulières. L'appareil indique toujours la même élévation de température pour le même courant. Voici des déterminations faites à plusieurs semaines d'intervalle :

Élévation de la température en 30 secondes.	$39°,6 - 19°,9 = 19°,7$	$+40°,5 - 20°,85 = 19°,65$	$35°,02 - 15°,3 = 19°,72$
Intensité du courant en ampères.	$14^{amp},5$	$14^{amp},5$	$14^{amp},5$
Élévation de la température en 30 secondes.	$48°,4 - 28°,7 = 19°,7$		
Intensité du courant en ampères.	$14^{amp},5$		

» Les nombres précédents montrent que la température ambiante n'a pas d'influence appréciable sur les indications de l'appareil, quand elle varie entre 15° et 28°.

» L'appareil convient très bien à la mesure des courants alternatifs; il a été comparé à un électrodynamomètre Siemens et les indications des deux instruments ont concordé au $\frac{1}{80}$, les différences étant d'ailleurs tantôt positives, tantôt négatives.

» J'exposerai ailleurs d'une façon plus complète les expériences faites sur mon ampèremètre.

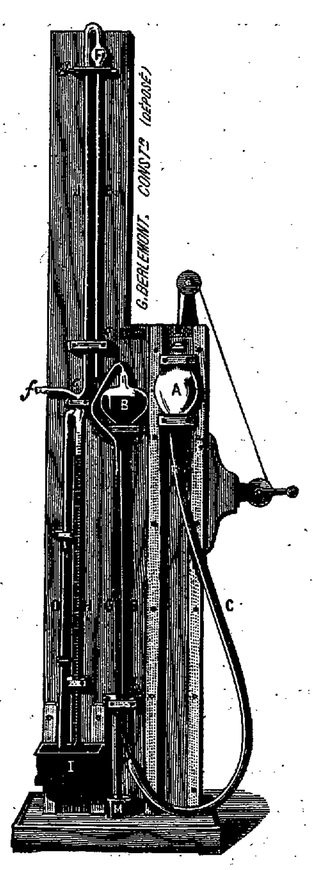
» Dans une prochaine Communication je décrirai le voltmètre à mercure; je me contente d'en indiquer le principe : une colonne de mercure de grande résistance est traversée par le courant dérivé entre les points dont on veut mesurer la différence de potentiel, et mesure elle-même sa dilatation (1). »

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Physique industrielle de l'Université de Lille.

PHYSIQUE. — *Nouvelle pompe à mercure, sans robinets ni joints mobiles.* Note de M. **H. Henriet**, présentée par M. Henri Moissan.

« On connaît les inconvénients de la pompe à mercure ordinaire : fuites dues aux robinets et que le meilleur graissage ne permet pas d'éviter ; perte de temps due à la manœuvre de ces mêmes robinets ; chances de rupture par suite des coups de bélier que les mains les plus exercées ne parviennent pas toujours à éviter ; aussi, l'idée de supprimer les robinets



n'est-elle pas nouvelle ; mais les appareils construits dans ce but, quoique reposant sur le même principe que le nôtre, présentent des soupapes, sont fragiles et ne permettent pas de commencer le vide avec une trompe à eau.

» La construction de notre nouvelle pompe repose sur un principe connu, qui consiste à remplacer les robinets par des colonnes mercurielles.

» Notre dessin la fait comprendre sans de grands détails.

» A la partie inférieure de l'ampoule B est soudé un tube vertical E qui redescend verticalement et se termine en *f*. La partie supérieure de l'ampoule B présente un tube capillaire G qui se recourbe à la partie inférieure dans une cuve à mercure M.

» Quand le mercure descend de l'ampoule B, l'air, venant de l'orifice *f*, y entre en produisant un bouillonnement du mercure qui cesse quand la limite du vide est atteinte. Lorsque le mercure remonte dans l'ampoule B, l'orifice *a* se ferme et l'air est chassé dans la cuve M. Ce sont donc les tubes G et E qui remplacent les robinets.

» Le tube E présente à sa partie supérieure une ampoule F destinée à éviter les projections du mercure; celui-ci ne peut jamais entrer dans l'appareil dans lequel on fait le vide, car le tube J est recourbé à la base en *e*, de façon que le mercure tombe dans le tube barométrique H.

» Ce tube H est destiné à mesurer la pression dans l'appareil. Il est taillé en biseau à la partie inférieure, afin de permettre l'introduction de gaz dans la pompe, sans qu'il y ait projection du mercure. Sur l'ampoule, qui est située à la partie supérieure de H, est branché un tube O, formé de deux parties égales : l'une en verre, l'autre en caoutchouc. Ce caoutchouc permet de faire le vide partiel au moyen d'une trompe à eau. L'opération terminée, une cuve mobile I reçoit le tube O ainsi que le tube H qui, tous deux, plongent dans le mercure. Le caoutchouc ne peut offrir aucune chance de fuite, car, lorsque le vide existe dans la pompe, il est complètement rempli de mercure.

» Une tige, fixée sur le socle et non représentée dans la figure, permet de maintenir une éprouvette dans la cuve M.

» Cette pompe, qui ne présente ni robinets ni soupapes, est un instrument essentiellement pratique, solide et d'un maniement peu délicat. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des chlorure et fluorure telluriques sur les hydracides correspondants.* Note de M. R. **Metzner**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note précédente ([1]) j'ai montré l'existence d'un iodhydrate d'iodure et d'un bromhydrate de bromure telluriques; les mêmes méthodes m'ont permis d'obtenir un chlorhydrate de chlorure.

» I. *Chlorhydrate de chlorure tellurique.* — Si l'on fait passer un courant d'acide chlorhydrique dans une dissolution de chlorure de tellure dans de l'acide chlorhy-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1448.

drique pur du commerce refroidi à —23°, rien ne se produit; mais si l'on abaisse à —30°, on obtient de fines aiguilles jaune citron ressemblant beaucoup, par leur forme, au bromhydrate de bromure. En opérant rapidement, on peut les extraire du liquide et les sécher sur de la porcelaine poreuse maintenue à — 25° dans un vase bien clos, car la matière émet, même quand elle est sèche, d'abondantes fumées d'acide chlorhydrique. La facilité avec laquelle elle se décompose dès que la température s'élève un peu rend l'analyse délicate : les échantillons étaient enfermés rapidement dans de petits tubes bouchés à l'émeri; ou bien la substance étant amenée à fusion (— 20°), on en aspirait une certaine quantité dans de fines ampoules, qui étaient ensuite scellées à la lampe. Les analyses ont porté sur des poids de matière variant de 1gr,5 à 2gr; elles ont donné les résultats ci-dessous :

	I.	II.	III.	Moyenne.
Tellure.........	31,27	»	31,72	31,50
Chlore..........	45,13	44,48	44,64	44,75

» La formule qui concorde le mieux avec ce nombre est

$$TeCl^4, HCl, 5H^2O,$$

analogue à celle du bromhydrate de bromure, qui exigerait

Tellure.....................	31,92
Chlore......................	45,33

» En raison de la tension d'acide chlorhydrique que les cristaux émettent, il n'y a pas lieu d'être surpris que la quantité de chlore trouvée soit plus faible que la quantité théorique.

» II. *Oxyfluorures telluriques* — $2TeFl^4, 3TeO^2, 6H^2O$. — L'acide fluorhydrique pur à 50 puor 100 environ dissout des quantités considérables d'acide tellureux; la liqueur évaporée presque à sec pour se débarrasser de l'eau formée, laisse un liquide sirupeux qui, par refroidissement, se prend en une masse cristallisée transparente. J'ai redissous cette substance dans le nouvel acide fluorhydrique, puis refroidi la liqueur à — 20°. Il ne se forme rien tout d'abord; mais, au bout de quelque temps, la sursaturation cesse et il se dépose de longs cristaux transparents analogues aux précédents, quelquefois ils s'accolent autour d'un centre unique, de sorte que l'apparence générale est celle de demi-sphères transparentes à cassure radiée. On les écrase sur du papier pour les débarrasser de la liqueur mère qui les imprègne.

» L'action de la chaleur effectuée dans l'hydrogène ne permettant pas une séparation exacte de l'acide tellureux; celle de l'acide sulfurique ne donnant pas davantage la totalité du fluor, j'ai dû avoir recours à une méthode moins simple mais plus exacte.

» La matière, bien sèche, est traitée par une petite quantité d'eau dans un vase de platine, ce qui la décompose partiellement, en mettant en liberté de l'acide tellureux hydraté qu'on redissout avec quatre à cinq gouttes d'acide nitrique; une quantité plus considérable de ce réactif amènerait le dépôt d'acide anhydre. On introduit alors dans la liqueur claire un fragment de nitrate d'argent, ce qui n'augmente pas la dilution et ce qui évite toute précipitation d'acide tellureux hydraté; enfin, on ajoute de

l'oxyde d'argent humide, qui détermine la formation de tellurite d'argent et la prise en masse de la liqueur. On peut alors, sans inconvénient, ajouter de l'eau, et après s'être assuré que la liqueur est alcaline, séparer par le filtre le tellurite et l'oxyde d'argent en excès, puis les laver avec de l'eau froide saturée d'oxyde d'argent. La liqueur filtrée qui renferme tout le fluor est débarrassée de l'argent qu'elle contient avec de l'acide chlorhydrique en excès aussi faible que possible. Après séparation du chlorure d'argent, on sature par du carbonate de soude en excès, on fait bouillir et on ajoute lentement et sans interrompre l'ébullition du chlorure de calcium. Dans ces conditions, le précipité mixte de fluorure et de carbonate se fait bien, il est grenu et facile à laver. Quand il est sec, on en sépare le carbonate par l'acide acétique et l'on pèse le fluorure de calcium.

» J'ai obtenu, par cette méthode, les résultats que voici :

	I.	II.	III.	Moyenne.
Tellure	63,56	64,6	»	64,08
Fluor.........	»	15,16	15,94	15,55

» La formule $2TeFl^4, 3TeO^2, 6H^2O$, qui correspond aux quantités théoriques

Tellure....................	63,71
Fluor.....................	15,44

s'accorde avec les résultats de mes analyses : on peut d'ailleurs la vérifier en soumettant les cristaux à l'action de la chaleur dans un courant d'hydrogène; ils se décomposent en donnant

$$2TeFl^4.3TeO^2, 6H^2O = 5TeO^2 + 8HFl + 2H^2O,$$

mais il faut chauffer avec de grandes précautions pour éviter des pertes d'acide tellureux et, dans ces conditions, le résidu contient toujours de petites quantités de fluor.

» — $TeFl^4.TeO^2, 2H^2O$. — Les cristaux que je viens de décrire s'accroissent dans la liqueur sirupeuse et à la température ordinaire, pendant plusieurs jours de suite; si, quand leur dépôt a cessé de se faire, on refroidit l'eau-mère de nouveau, il arrive souvent qu'en frottant les parois de la capsule de platine avec la spatule, on détermine brusquement la prise en masse de toute la matière, en même temps qu'il se produit un grand dégagement de chaleur. Une trace de la substance blanche ainsi formée, introduite dans de nouvelle eau-mère, donne lieu plus lentement à des cristaux petits, opaques, agglomérés en masses friables qui se distinguent aisément par leurs dimensions de l'oxyfluorure précédent, dont les aiguilles ont 2^{cm} à 3^{cm} de longueur, et aussi par leur fusibilité plus grande qui les rend encore plus difficiles à purifier. Leur analyse a donné

	I.	II.	Moyenne.
Tellure..........	63,6	63,4	63,5
Fluor	18,4	18,7	18,55

» La formule $TeFl^4, TeO^2, 2H^2O$ correspondrait à

Tellure....................	63,45
Fluor.....................	19,20

Soumis à l'action de la chaleur, cet oxyfluorure se décompose en laissant un résidu d'acide tellureux presque pur, et dégageant de l'acide fluorhydrique suivant la formule

$$TeFl^4.TeO^2, 2H^2O = 2TeO^2 + 4HFl.$$

Il est, comme le précédent, décomposé par l'eau, en donnant de l'acide tellureux hydraté; il se dissout dans l'acide fluorhydrique avec un dégagement de chaleur considérable.

» *Fluorhydrate de fluorure tellurique.* — Si, au lieu de faire cristalliser la liqueur qui donne naissance à l'oxyfluorure précédent, on y fait arriver de l'acide fluorhydrique gazeux pur, on n'observe pas la formation d'un dépôt, comme cela se produit avec les autres hydracides, même en maintenant la température à —50°. Toutefois, si on l'abaisse quelques instants à —70°, la liqueur se remplit de cristaux transparents qui ne disparaissent pas en totalité quand on réchauffe à —23° et qu'on maintient très longtemps la matière à cette température. Les cristaux ainsi obtenus sont constitués par du *fluorure de tellure*. Quant au fluorhydrate de fluorure, il ne se produira vraisemblablement qu'en refroidissant, à une température plus basse encore, une dissolution de fluorure dans de l'acide fluorhydrique anhydre [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Réduction de l'anhydride molybdique par l'hydrogène.* Note de M. **M. Guichard**, présentée par M. Moissan.

« L'action de l'hydrogène sur l'anhydride molybdique a été étudiée par différents auteurs.

» En 1848, Svanberg et Struve [2] établissent qu'on obtient le bioxyde de molybdène MoO^2 en chauffant l'anhydride molybdique MoO^3 dans un courant d'hydrogène à l'aide d'une lampe à alcool. En opérant à la plus haute température que peut produire une lampe à double courant d'air, ils obtiennent du sesquioxyde gris, mais pas de métal.

» En 1866, Rammelsberg [3] arrive, dans les mêmes conditions, au bioxyde MoO^2, mais jamais au sesquioxyde : « C'est par hasard, dit-il, que Svanberg et Struve ont trouvé que l'anhydride molybdique longtemps réduit par l'hydrogène perd la moitié de son oxygène, et le résidu gris n'était pas homogène. » Rammelsberg ajoute, sans donner de résultats d'analyse, que le premier terme de la réduction de MoO^3 par l'hydrogène est un molybdate molybdique Mo^2O^5.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. A. Ditte, à la Sorbonne.

(2) *Journ. f. prakt. Ch.*, t. XLIV, p. 302; 1848.

(3) *Journ. f. prakt. Ch.*, t. XCVII, p. 174; 1866.

» En 1887, M. Muthmann (1) constate que la réduction au rouge donne successivement Mo^5O^{12} violet, après un quart d'heure, puis MoO^2 brun, enfin le métal.

» En 1892, MM. Sabatier et Senderens (2), dans le but d'étudier l'action de l'oxyde azotique sur le sesquioxyde de molybdène, préparent celui-ci par réduction au rouge sombre de l'anhydride molybdique dans l'hydrogène.

» En présence de ces contradictions, et afin de déterminer quels sont, parmi les oxydes Mo^2O^5, Mo^5O^{12}, MoO^2, Mo^2O^3, ceux qu'on obtient par l'action de l'hydrogène sur l'oxyde MoO^3, nous avons repris méthodiquement cette étude.

» M. Moissan (3), dans ses recherches sur les oxydes de la famille du fer, a montré que, dans la réduction des oxydes métalliques par l'hydrogène, trois facteurs importants interviennent : la vitesse du courant gazeux, la température et le temps.

» En général, un oxyde supérieur, avant d'arriver au dernier terme de la réduction qui peut être le métal, se transforme successivement en plusieurs oxydes intermédiaires. Il y a pour chaque oxyde une température limite, au-dessous de laquelle il n'est pas réduit. Au-dessus de cette température, la réduction s'effectue, d'abord lentement, et sa rapidité augmente si l'on élève la température, elle s'arrête à un oxyde inférieur qui lui-même n'est réduit qu'à une température plus élevée.

» De sorte qu'il est généralement possible d'obtenir les différents oxydes compris entre le degré le plus élevé d'oxygénation et le métal en opérant successivement à des températures différentes, mais chacune de ces températures restant constantes pendant la durée d'une expérience.

» Nous avons employé, dans nos expériences, le dispositif suivant :

» L'hydrogène lavé à l'acide chromique, séché sur la potasse, parcourait un tube de cuivre rempli de tournure de cuivre, et porté au rouge sur une longueur de $0^m,70$; il était de nouveau séché sur la potasse, puis passait dans un petit tube en U renfermant l'oxyde à réduire. Le tube en U était lui-même placé dans un bain d'étain maintenu en fusion par un fourneau à gaz. En réglant convenablement l'arrivée du gaz, on pouvait maintenir la température constante pendant plusieurs heures, température vérifiée à chaque instant à l'aide d'une pince thermo-électrique dont la soudure était placée dans le bain d'étain, au voisinage du tube en U.

---

(1) *Lieb. Ann. der Chem.*, t. CCXXXVIII, p. 108; 1887.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. VII, p. 503.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 149; 1880.

» Pour d'autres expériences, en particulier pour celles qui exigeaient une température supérieure à 500°, l'hydrogène purifié traversait un tube de verre posé sur une couche épaisse d'amiante dans une gouttière de fer, le tout pouvant être chauffé par une grille à analyse. Une nacelle, contenant l'oxyde à réduire, était introduite dans le tube, et la température prise à la pince thermo-électrique, au contact même de la nacelle.

» Voici maintenant les résultats que nous avons obtenus :

» Lorsqu'on porte de l'anhydride molybdique, dans un courant d'hydrogène, à des températures lentement croissantes, et que l'on observe les changements d'aspects successifs, on remarque qu'il prend d'abord une teinte jaune, mais cette coloration disparaît par refroidissement; il devient ensuite gris légèrement bleu, et ce gris se fonce de plus en plus et passe peu à peu au brun violacé. Enfin, lorsqu'on arrive au rouge, il est entièrement gris métallique.

» Nous avons effectué une série de réductions à températures constantes, sur des poids variant de $0^{gr},200$ à $0^{gr},500$. Avec ces faibles quantités, et étant donnée la vitesse du courant, l'oxyde se trouvait toujours en présence d'un excès d'hydrogène sec.

» Dans un premier essai, l'anhydride molybdique a perdu, après une heure trente minutes à 300°, 0,08 pour 100 de son poids en devenant gris bleu très clair; dans un autre, après deux heures quinze minutes à 350°, il a perdu 0,1 pour 100 de son poids en devenant également gris bleu clair.

» Ce premier changement de teinte de l'anhydride molybdique correspond à des variations de poids presque insensibles; il accuse néanmoins le commencement de la réduction, et, si l'on fait des essais à températures un peu plus élevées, la couleur grise devient plus foncée, et les pertes de poids, un peu plus sensibles : c'est ainsi qu'à 400°, en une heure, nous avons mesuré une perte de poids de 0,62 pour 100. Après vingt heures, à cette même température, l'oxyde perd encore de l'oxygène. Il faut atteindre 470°, environ, pour que la réduction soit assez rapide. A cette température, en même temps que la couleur passe du gris clair au brun violacé, on observe, d'heure en heure, une perte à peu près régulière en oxygène; puis, après sept heures, le poids devient subitement constant; la perte de poids est alors de 11 pour 100. La transformation de MoO^3 en MoO^2 exige 11,1 pour 100.

» Pour bien montrer qu'il ne se forme aucun oxyde intermédiaire entre MoO^3 et MoO^2, nous avons traité par l'ammoniaque un oxyde incomplètement réduit par l'hydrogène ayant perdu 2,4 pour 100 de son poids. Il s'est séparé en anhydride molybdique soluble et en MoO^2 brun facile à recueillir par filtration.

» Ainsi la réduction de l'oxyde MoO^3 au-dessous de 470° est continue, elle conduit directement à l'oxyde MoO^2 sans s'arrêter à des oxydes, tels que Mo^2O^5 ou Mo^5O^{12}; ces oxydes intermédiaires ne s'obtiennent pas par l'hydrogène.

» Dans une prochaine Note, nous donnerons les résultats obtenus en

réduisant l'anhydride molybdique par l'hydrogène aux températures supérieures à 470° (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les manganimolybdates.* Note de M. **E. Péchard** (2), présentée par M. Troost.

« Lorsqu'on fait bouillir une dissolution de molybdate acide d'ammoniaque avec du peroxyde de manganèse hydraté, on voit la liqueur prendre une coloration rouge rubis. Après filtration, pour séparer l'excès de manganèse, il se dépose par refroidissement des cristaux rouges formés par le sel ammoniacal d'un acide complexe résultant de l'union de l'acide molybdique et de l'acide manganeux.

» Une réaction analogue avait déjà été indiquée par Struve (3) qui admettait l'existence de sels doubles renfermant du molybdate de sesquioxyde de manganèse. D'après ce qui suit, nous verrons qu'il n'y a aucun doute sur le degré d'oxydation de manganèse dans ces composés.

» Le peroxyde de manganèse employé dans la préparation des manganimolybdates provenait en effet d'une des préparations suivantes :

» 1° Électrolyse d'un sel manganeux en solution nitrique;

» 2° Réduction du permanganate de potassium par une matière organique qui donne un précipité brunâtre correspondant bien, comme je l'ai vérifié, au manganite acide (4), $Mn^4O^{10}H^3K$;

» 3° Action du permanganate de potassium en excès sur le chlorure manganeux.

» Dans le procédé de préparation indiqué plus haut, la combinaison du bioxyde de manganèse avec le molybdate acide ne s'effectue que lentement; on peut obtenir les manganimolybdates alcalins plus rapidement en employant un des procédés suivants :

» 1° On commence par transformer le molybdate acide d'ammoniaque en molybdate double d'ammoniaque et de manganèse en mélangeant deux dissolutions chaudes du molybdate et d'un sel manganeux. Sur le précipité jaunâtre ainsi obtenu et mis en suspension dans l'eau, on verse peu à peu une dissolution étendue de permanganate de potassium. La coloration

(1) Travail fait au laboratoire des hautes études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(3) *Encyclopédie chimique*, t. III, 10e cahier; p. 161.

(4) Morawski et Stingler, *J. für praktiche Chemie*, t. XVIII; p. 78.

violette de ce sel est remplacée immédiatement, surtout à chaud, par la coloration rouge des manganimolybdates; il se forme en même temps du peroxyde de manganèse que l'on enlève par filtration de la liqueur chaude.

» 2° On peut encore mélanger deux solutions chaudes de molybdate acide et de permanganate de potassium et réduire ce dernier par une matière organique (alcool, aldéhyde, etc.); on sépare ensuite par filtration le peroxyde de manganèse en excès. Dans ces deux préparations, le permanganate de potassium a été remplacé par une dissolution étendue d'acide permanganique, pour éviter la présence du potassium qui peut donner naissance à des sels doubles.

» Les manganimolybdates sont des sels colorés en rouge plus ou moins foncé; les sels alcalins sont solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool et bien cristallisés. Leur dissolution est acide au tournesol.

» Ces sels sont stables à la température ordinaire; mais, chauffés, ils se décomposent et se comportent comme un mélange de molybdate acide et de peroxyde de manganèse. Les acides donnent avec les manganimolybdates une liqueur brunâtre qui laisse déposer des molybdates très acides, entraînant du bioxyde de manganèse. L'acide chlorhydrique, l'acide oxalique réagissent sur ces sels et ramènent le peroxyde à l'état de sel manganeux. Les alcalis les décomposent également et mettent en liberté du bioxyde de manganèse.

» L'analyse de ces composés complexes se fait très simplement. Une calcination modérée donne le poids de l'eau. Un courant d'acide chlorhydrique passant à 360°, sur le produit anhydre, donne, d'une part, l'acide molybdique et, d'autre part, un mélange de chlorure alcalin et de chlorure de manganèse dont il est facile de déterminer la composition. J'ai toujours vérifié le poids de manganèse ainsi obtenu en appliquant à une autre portion du sel la méthode d'essai des manganèses au moyen de l'acide oxalique et du caméléon titrés. J'ai vérifié ainsi que le manganèse est bien à l'état de bioxyde dans ces composés.

» Par ces procédés j'ai préparé et analysé les composés suivants :

» 1° *Sel ammoniacal.* — Beaux cristaux rouges inaltérables à l'air, peu solubles dans l'eau à froid et dont la formule est $3(AzH^4)^2O, MnO^2.12MoO^3.5H^2O$.

	Calculé.	Trouvé.			
$3(AzH^4)^2O$	7,57	7,8	7,4	»	»
MnO^2	4,22	4,03	4,3	4,1	»
$12MoO^3$	83,84	84	83,5	83,7	84,2
$5H^2O$	4,37	3,95	4	»	»
	100,00	99,78	99,2	»	»

» 2° *Sel de potassium.* — Petits cristaux moins foncés que les précédents et presque insolubles dans l'eau froide : ils correspondent à la formule $3K^2O.MnO^2.12MoO^3.4H^2O$.

	Calculé.	Trouvé.		
$3K^2O$	13	12,82	13,2	»
MnO^2	4,01	4,1	4,08	3,92
$12MoO^3$	79,67	79,42	»	79,8
$4H^2O$	3,32	3,4	»	»
	100,00	99,74	»	»

» 3° *Sel de sodium.* — $3Na^2O,MnO^2.12MoO^3.13H^2O$, formé par de gros cristaux rouge sang, très solubles dans l'eau et s'effleurissant à l'air.

» 4° *Acide manganimolybdique.* — En décomposant par l'acide sulfurique titré du manganimolybdate de baryum en suspension dans l'eau, on obtient une liqueur rouge foncé qui est une dissolution de l'acide. Par évaporation dans le vide cette liqueur se transforme en une masse noire, brillante, à cassure vitreuse et ne présentant pas trace de cristallisation. Ce corps soluble dans l'eau et l'alcool peut être considéré comme l'acide manganimolybdique. L'analyse lui assigne en effet la formule

$$MnO^2.12MoO^3.10H^2O.$$

Il a les mêmes propriétés que les sels correspondants. Les alcalis le décomposent avec mise en liberté de peroxyde de manganèse ; aussi ne peut-on pas passer de l'acide aux sels alcalins par neutralisation directe.

» Il ne semble pas exister de composés analogues pour les autres acides qui, comme l'acide tungstique, donnent des acides complexes. Aucun des modes de préparation employés pour les molybdates ne donne de résultats quand on les applique aux tungstates acides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la vératrylène-diamine.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« Ce Travail fait suite à celui que j'ai publié récemment sur la vératrylamine ([1]). J'ai montré que le nitrovératrol $C^6H^3\begin{cases}OCH^3 (1)\\OCH^3 (2)\\AzO^2 (4)\end{cases}$, d'où dérive cette base par réduction, se forme quand on fait réagir l'acide nitrique ordinaire ou étendu sur le vératrol $C^6H^4\begin{cases}OCH^3(1)\\OCH^3(2)\end{cases}$. Si, au contraire, on emploie l'acide concentré, on obtient toujours un dérivé dinitré $C^6H^2\begin{cases}OCH^3(1)\\OCH^3(2)\\(AzO^2)^2\end{cases}$.

([1]) *Comptes rendus*, 24 février 1896.

» Quelle est la constitution de ce dinitrovératrol? Quelle serait, d'autre part, l'influence des deux fonctions éther-oxyde OCH^3 sur les propriétés de la diamine correspondante?

» Il résulte de mes recherches que, contrairement aux prévisions, les deux substitutions nitrées dans le vératrol tendent, dans tous les cas, à se faire de façon que les deux groupes AzO^2 soient l'un par rapport à l'autre en position ortho. J'ajouterai qu'en opérant la nitration dans des conditions déterminées, et réduisant le dinitrovératrol obtenu, j'ai préparé une orthodiamine, que j'appelle *vératrylène-diamine*, base nouvelle, intéressante par quelques propriétés particulières.

» L'action de l'acide nitrique concentré sur le vératrol est extrêmement vive. Comme le mélange peut s'échauffer plus ou moins suivant les conditions de l'expérience, j'ai tenu tout d'abord à opérer à une température sensiblement constante, entre 0° et 5°, en refroidissant énergiquement l'acide mis en œuvre ($D = 1,48$). Le dérivé dinitré est immédiatement précipité par l'eau, lavé, essoré et cristallisé dans l'alcool à 95°, d'où il se dépose en fines aiguilles jaune citron, fusibles à 129°-130° (1).

» Réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique, ce dinitrovératrol fournit facilement le composé chlorostannique d'une diamine, combinaison très soluble dans l'eau, d'où elle est aisément précipitable, avec un dégagement de chaleur sensible, par addition d'éther à la liqueur. L'action de la soude étendue met en liberté la base, qu'on extrait au chloroforme.

» Si l'on refroidit à 0° la solution chloroformique préalablement concentrée par distillation, la base cristallise presque aussitôt en petits prismes très ou peu colorés (2).

» La vératrylène-diamine fond à 131°-132°. Elle est très soluble dans l'eau et à peine soluble dans l'éther, chose doublement curieuse; elle est également très soluble dans l'alcool et le chloroforme, moins soluble dans le benzène et le toluène. Toutes ses solutions, d'abord peu colorées, se foncent de plus en plus à l'air, et deviennent rapidement d'un noir d'encre. La base libre elle-même, à peu près incolore quand elle vient d'être préparée, devient à l'air d'un violet foncé en quelques heures.

» Les expériences qui suivent établissent nettement que la vératrylène-diamine est une diamine ortho.

---

(1) Plusieurs auteurs ont déjà décrit le dinitrovératrol, tous avec des points de fusion différents (Tieman, Rossin, Merck, Heinisch, *Monatshefte für Chemie*, 15, 233).

(2) M. Heinisch (*loc. cit.*), en réduisant le dinitrovératrol fondant à 128°,2, a obtenu une diamine à l'état de chlorhydrate. Il n'en décrit aucun caractère, et n'en établit pas la constitution.

» 1° *Action de la phénanthrènequinone. Vératrylphénanthrazine :*

$$C^6H^2\begin{cases}/OCH^3(1)\\ -OCH^3(2)\\ -Az = C - C^6H^4\\ \diagdown Az = C - C^6H^4\end{cases}$$

$1^{gr},04$ de phénanthrènequinone (1 molécule) en solution acétique bouillante, traité par $0^{gr},84$ (1 molécule) de base pure en solution alcoolique chaude, fournit immédiatement un précipité qui, après lavage et dessiccation, pèse $1^{gr},51$, soit les $\frac{89}{100}$ du poids théorique. En tenant compte des pertes forcées au cours de la manipulation et des portions restées en solution, on peut admettre que le rendement est quantitatif.

» La vératrylphénanthrazine obtenue cristallise dans le toluène en fines aiguilles jaunes, très légères, fondant à 255°. Elle donne avec l'acide sulfurique une coloration violette.

» 2° *Action de l'acide acétique. Éthénylvératrylène-amidine :*

$$C^6H^2\begin{cases}/OCH^3(1)\\ -OCH^3(2)\\ -AzH\diagdown\\ \diagdown Az \diagup\!\!\diagup\end{cases}C - CH^3$$

L'acide acétique fournit, quand on le chauffe longtemps à reflux avec la vératrylène-diamine, non pas un dérivé acétylé, mais une amidine, réaction propre aux diamines ortho.

» L'éthénylvératrylène-amidine est une base très soluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther. Sa solution aqueuse donne immédiatement des précipités cristallisés avec le chlorure de platine et avec l'acide picrique. La base fond vers 170°.

» 3° *Action de la benzaldéhyde. Vératrylbenzaldéhydine :*

$$C^6H^2\begin{cases}/OCH^3(1)\\ -OCH^3(2)\\ -Az\diagdown\!\!\diagdown C - C^6H^5\\ \diagdown Az\diagup \\ \qquad\diagdown CH^2 - C^6H^5\end{cases}$$

La benzaldéhyde (2 molécules) réagit immédiatement sur la solution aqueuse du chlorhydrate de la base (1 molécule) pour donner le chlorhydrate très peu soluble de vératrylbenzaldéhydine. Celle-ci cristallise dans l'alcool faible en fines aiguilles blanches, brillantes, fusibles à 134°-135°. Les trois réactions qui précèdent sont caractéristiques pour les orthodiamines. Ce résultat ne fixe la position, d'une façon précise, que de l'un des deux groupements fonctionnels AzH^2 de la diamine, lequel se trouve forcément en (4), le deuxième pouvant être en (3) ou en (5).

» Il est donc indiscutable qu'en nitrant le vératrol à 0° au moyen de l'acide nitrique fumant on obtient un dérivé orthodinitré. J'ai reconnu, par la suite, que, dans quelques conditions que l'on opère, c'est toujours en position ortho que tendent à se placer les deux groupements nitrés.

» Il en est ainsi, notamment, quand on nitre à 20°, ou même lorsqu'on fait l'opération sans refroidir le mélange, ce qui peut en élever considérablement la température; ou encore quand on nitre le mononitrovératrol. Dans tous les cas, le poids de phénanthrazine obtenu en faisant réagir la phénanthrènequinone sur la base correspondante, telle qu'elle se trouve après une seule cristallisation dans le chloroforme, a été voisin des 90 centièmes du poids théorique : mode de dosage grossier, il est vrai, et qui ne présume rien sur la formation en plus ou moins grande abondance de l'un ou de l'autre des deux dérivés orthodinitrés possibles, mais qui n'en indique pas moins très clairement le sens principal de la réaction.

» Il y a un intérêt théorique à rapprocher le cas du dinitrovératrol de quelques cas analogues qui ont déjà été étudiés.

» MM. Grimaux et Lefèvre (1) ont montré que dans le dinitrogaïacol

$$C^6H^2 \begin{cases} / \, OCH^3(1) \\ - \, OH(2) \\ \backslash\backslash \, (AzO^2)^2 \end{cases}$$

les deux groupes AzO^2 étaient, non en position ortho, mais en position méta l'un par rapport à l'autre.

» Le contraste est encore plus surprenant dans l'exemple suivant : MM. Nietzki et Moll (2), en étudiant l'action de l'acide nitrique sur l'éther diacétique de la pyrocatéchine (le vératrol en est l'éther diméthylique), ont prouvé que le produit dinitré obtenu n'était pas un dérivé ortho.

» Les faits qui précèdent montrent, une fois de plus, combien peu le mode d'action réciproque des diverses parties d'une même molécule nous est connu. Ils ne peuvent qu'engager à être prudent quand on veut généraliser en Chimie organique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide paraxylylacétique ou diméthyl-1.4 phénéthyloïque-2* : $(CH^3)^2C^6H^3CH^2CO^2H$. Note de M. **Guerbet**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication, faite en collaboration avec M. Béhal (3), j'ai montré que l'acide campholénique, chauffé avec du brome sec, perd de l'hydrogène et se transforme en acide diméthyl-1.2 phénéthyloïque-4.

» J'ai tenté la même réaction avec l'acide campholique, en vue d'établir

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. VI, p. 418.
(2) *Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. XXVI, p. 2183.
(3) Guerbet et Béhal, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1494.

la constitution de cet acide. Il s'est ainsi formé une petite quantité d'un acide de formule $C^{10}H^{12}O^2$ différant de tous les acides connus ayant la même composition. Comme cet acide est difficile à obtenir et que la petite quantité dont je dispose ne me permet pas d'en établir la constitution par l'étude de ses produits de décomposition, j'ai été amené à préparer par synthèse l'acide paraxylylacétique, encore inconnu, afin de voir s'il lui est identique. L'acide paraxylylacétique renferme, en effet, le même noyau que le campholène, qui se forme si facilement avec l'acide campholique.

» La comparaison des propriétés de ces deux acides montre qu'ils sont différents.

» Ce sont la préparation et les propriétés des principaux dérivés de l'acide paraxylylacétique qui font l'objet de la présente Communication.

» J'ai préparé cet acide au moyen de l'amide correspondante, obtenue elle-même en faisant réagir en tubes scellés le sulfhydrate d'ammoniaque sur la méthylparaxylylacétone.

» Cette acétone a été obtenue pour la première fois par M. Claus (¹), en faisant réagir le chlorure d'acétyle sur le paraxylène en présence du chlorure d'aluminium, suivant la méthode indiquée par MM. Friedel et Crafts (²),

$$(CH^3)^2.C^6H^4 + CH^3.COCl = (CH^3)^2.C^6H^3.CO.CH^3 + HCl.$$

» Cette méthode ne fournit de bons rendements dans le cas présent que si l'on prend certaines précautions que je vais indiquer.

» On prend 75^{gr} de chlorure d'acétyle, 100^{gr} de paraxylène, 60^{gr} de chlorure d'aluminium. On verse dans un ballon le tiers du chlorure d'aluminium, et on le recouvre de sulfure de carbone bien sec. Le ballon porte un bouchon traversé à la fois par un tube à angle obtus, en communication avec un réfrigérant disposé à reflux, et par un tube à brome renfermant le mélange de paraxylène et de chlorure d'acétyle.

» On chauffe le ballon à 50° au bain-marie, et l'on y laisse tomber peu à peu le mélange contenu dans le tube à brome, en ayant soin d'agiter le ballon. Il se dégage de l'acide chlorhydrique entraînant un peu de sulfure de carbone. Quand tout le mélange a été ajouté, on remplace rapidement le bouchon du ballon par un autre traversé d'un tube à angle obtus et d'un tube large par lequel on versera le restant du chlorure d'aluminium. La réaction doit être conduite de telle sorte qu'elle dure une demi-heure au plus.

» Le dégagement d'acide chlorhydrique cesse à peu près complètement quelques

(¹) Claus, *Berichte der deutschen chem. Gesell.*, t. XIX, p. 230.

(²) Friedel et Crafts, *Ann. de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. I, p. 507.

minutes après que l'on a fini d'ajouter le chlorure d'aluminium. On verse alors le produit de la réaction sur de la glace pilée. Il se sépare une huile jaune brunâtre que l'on décante, et que l'on distille dans un courant de vapeur d'eau, afin de séparer le xylène qui n'a pas réagi. Le résidu de la distillation est séché sur le chlorure de calcium et distillé au bain d'huile en recueillant ce qui passe de 220° à 230°. On purifie enfin l'acétone en la rectifiant. Elle bout à 224°-225°.

» *Amide paraxylylacétique :* $(CH^3)^2 — C^6H^3 — CH^2 — CO — AzH^2$. — On la prépare par la méthode de Willgerodt (¹); on chauffe pendant quarante-huit heures à la température de 200° : 5gr de méthylparaxylylcétone, 5gr d'alcool à 95°, 15gr de sulfhydrate d'ammoniaque et 2gr de soufre.

» A l'ouverture des tubes, il se dégage une grande quantité de gaz renfermant du mercaptan, qui leur donne son odeur désagréable.

» Il s'est produit simultanément l'amide paraxylylacétique et un peu du sel ammoniacal de l'acide correspondant.

» La matière contenue dans les tubes est dissoute dans l'eau bouillante et la solution filtrée est évaporée à siccité. Pour séparer l'amide du sel ammoniacal, on traite le mélange par une petite quantité d'eau et l'on filtre à chaud la solution qui renferme le sel ammoniacal. L'amide restée sur le filtre est purifiée par cristallisation dans l'alcool à 90°, dans lequel elle est beaucoup moins soluble à froid qu'à chaud.

» Elle cristallise en belles aiguilles incolores fondant à 154°.

» *Acide paraxylylacétique :* $(CH^3)^2 C^6H^3 CH^2 CO^2H$. — On l'obtient en décomposant l'amide par la potasse alcoolique renfermant 1 partie de potasse caustique pour 2 parties d'alcool. Cette décomposition est très lente et demande huit jours d'ébullition, au bout desquels il se dégage encore un peu d'ammoniaque.

» On sépare l'acide formé par la méthode habituelle et on le purifie par cristallisation dans l'alcool à 60°.

» Il cristallise en aiguilles prismatiques incolores qui fondent à 128°.

» Le mode de synthèse de cet acide indique déjà quelle doit être sa constitution. Celle-ci a été établie d'une manière définitive par la formation de l'acide trimésique asymétrique sous l'influence du permanganate de potasse.

» Le *sel de potasse* de cet acide cristallise dans l'eau en longues aiguilles déliées et difficiles à séparer de leur eau-mère. Il est très déliquescent.

» Le *sel de soude* se présente en aiguilles très déliquescentes, répondant à la formule $C^{10}H^{11}NaO^2 + H^2O$.

» Le *sel de chaux* se dépose de sa solution aqueuse en petites tablettes aplaties ayant pour composition $(C^{10}H^{11}O^2)^2Ca + 3H^2O$.

Le *sel de baryte* est en petits cristaux prismatiques groupés autour d'un centre. Il est beaucoup plus soluble que le sel de chaux et cristallise anhydre de ses solutions aqueuses.

» *Éther méthylique.* — On l'obtient en saturant de gaz acide chlorhydrique sec une solution alcoolique de l'acide refroidi à 0°, et laissant ensuite digérer la solution à la température ordinaire.

(¹) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XX, p. 2469.

» On sépare l'éther formé en évaporant la plus grande partie de l'alcool et précipitant par l'eau. L'éther desséché sur le chlorure de calcium est ensuite rectifié.

» On obtient ainsi un liquide incolore, ayant une odeur agréable, qui bout à 253°-254°.

» *Éther éthylique*. — On le prépare comme l'éther méthylique.

» C'est un liquide incolore possédant une odeur agréable.

» Il bout à 261°,5. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du tannin et de l'acide gallique sur les bases quinoléiques*. Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« Dans quelques Notes présentées à l'Académie, en mars et avril derniers, j'ai fait connaître l'action du tannin et de l'acide gallique sur les bases pyridiques et sur plusieurs alcaloïdes volatils. Il me restait à étudier, à ce point de vue, les bases de la série quinoléique.

» J'ai employé, pour cette étude, trois échantillons, bien privés d'isomères, d'une des lépidines ($C^{10}H^9Az$) du goudron de houille, de quinoléine (C^9H^7Az) et de quinaldine ($C^{10}H^9Az$).

» *Lépidine*. — Si l'on ajoute du tannin pur et sec à de la lépidine pure et fraîchement rectifiée, on observe que le tannin se dissout en partie : pas de précipité, pas de coloration. *Ce n'est qu'à la longue, et lorsqu'on abandonne à l'air et à la lumière*, que l'on voit se produire une coloration rouge foncé.

» En faisant agir, dans les mêmes conditions, l'acide gallique pur et sec sur la même lépidine, j'ai pu constater la dissolution assez facile de l'acide organique et l'absence de précipitation et de réaction colorée. Celle-ci, comme pour le tannin, ne se produit que peu à peu, par exposition à l'air et à la lumière [1].

» Si, à des solutions de lépidine dans l'alcool absolu et dans l'éther, on ajoute soit du tannin sec, soit de l'acide gallique sec, aucun phénomène immédiat ne se produit. A la longue, colorations diverses, dans les tons rouges.

» Par contre, la lépidine pure est immédiatement précipitée par une solution de tannin dans l'eau ; le précipité est blanc et caséeux.

» Si l'on additionne la lépidine pure d'une solution de tannin dans l'alcool absolu, il ne se fait aucun précipité ; aussitôt qu'on verse un excès d'eau dans la liqueur limpide, le précipité blanc amorphe se produit. Le résultat est identiquement le même, si l'on verse une solution éthérée de tannin dans de la lépidine pure et si l'on ajoute ensuite un excès d'eau distillée.

» *Quinoléine*. — Les expériences que j'ai faites avec la lépidine du goudron de

---

[1] J'ajoute que, pour les deux séries d'expériences, la température du laboratoire était de 27°.

houille ont été toutes répétées avec un échantillon très pur de quinoléine, et les résultats ont été les mêmes.

» Toutefois, je signalerai l'expérience réalisée avec l'alcool méthylique ; la solution de tannin, dans ce véhicule, ne précipite pas la quinoléine pure. Si l'on ajoute de l'eau progressivement, le précipité n'apparaît pas immédiatement. Il faut ou agiter, ou ajouter un excès d'eau ; alors, le précipité blanc est parfois sirupeux ou gommeux, ce qui paraît tenir à la proportion de quinoléine dissoute.

» *Quinaldine*. — Cette base, dont j'avais entre les mains un bel échantillon, a fourni les mêmes résultats que la lépidine et la quinoléine, en présence du tannin et de l'acide gallique secs, et des solutions de tannin dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther.

» *Conclusions*. — Il résulte de ces expériences que les bases quinoléiques se comportent vis-à-vis du tannin et de l'acide gallique, sous diverses conditions, non seulement comme les bases pyridiques, mais, ce qui est plus intéressant, *comme les hydrures pyridiques et un grand nombre d'alcaloïdes volatils* (1). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouvel hydrate de carbone*, la caroubine. Note de M. **Jean Effront**, présentée par M. Duclaux.

« Dans certaines contrées du Portugal, les graines du *Ceratonia siliqua* sont employées comme nourriture exclusive des bœufs et des ânes. Ce mode de nutrition a été préconisé et adopté pour la première fois par M. Netto de Faro, et, suivant l'avis d'agriculteurs compétents, avec d'excellents résultats. L'analyse de ces graines a donné les résultats suivants :

Eau	11,40
Matières azotées	18,92
Hydrate de carbone	62,00
Matières grasses	2,3

» Les matières azotées se trouvent réparties fort inégalement dans les différentes parties de la graine. L'embryon est très riche; il contient 62,78 de matières protéiques; dans le spermoderme, on en retrouve 7,7 et dans l'albumen 8,49.

» Les hydrates de carbone de l'albumen et du spermoderme diffèrent radicalement de nature. Les premiers sont complètement absorbés pendant

(1) Ces longues recherches ont été faites dans mon service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

la germination; les seconds ne sont pas attaqués par la plante en formation.

» L'hydrate de carbone de l'albumen forme une masse homogène, cornée, ne se colorant pas par l'iode et présentant quelques propriétés de la gélose (δ-galactane); mais il se différencie de cette dernière par les produits d'hydratation que l'on obtient, soit par les acides, soit par les diastases.

» Il est préférable, pour l'extraction de l'hydrate de carbone des graines du caroubier, de ne traiter que l'albumen seul.

» A cette fin, on laisse tremper les graines pendant cinq ou six jours en renouvelant le liquide trois ou quatre fois par jour. Les graines se gonflent très fort et absorbent trois fois leur poids d'eau. Dans cet état, il est aisé de séparer l'albumen du spermoderme et de l'embryon.

» 100gr de germes secs fournissent 53 pour 100 d'albumen.

» Le gonflement de la graine pendant le trempage est dû presque exclusivement à la substance mucilagineuse que renferme l'albumen, et qui constitue une masse élastique et résistante.

» En soumettant l'albumen à l'action de l'eau chaude au bain-marie, on obtient une gelée transparente qu'on peut filtrer sur un filtre en soie. Il est bon d'employer une quantité suffisante d'eau pour obtenir un sirop épais mais non gélatineux.

» Ce sirop épais est refroidi et l'on y ajoute deux fois son volume d'alcool ou d'eau de baryte.

» Dans les deux cas, l'hydrate de carbone se dépose en longs filaments que l'on ramasse sur un linge.

» Le premier précipité ainsi obtenu contient 2-3 pour 100 de matières albuminoïdes et de sels, lesquels sont facilement éliminés en faisant regonfler le produit dans l'eau et en le précipitant à nouveau par l'alcool.

» Par un traitement de huit à dix fois successives de l'albumen par l'eau chaude, on arrive à une extraction presque complète de l'hydrate de carbone qu'il renfermait.

» Le produit, purifié et séché dans une cuvette à 100°, se présente sous forme d'une substance blanche, spongieuse, très friable, accusant la formule des celluloses :

	Calculé pour $C^6H^{10}O^5$.	Trouvé.
C..............	44,44	44,21
H..............	6,25	6,38
O..............	49,30	49,41

» Cet hydrate de carbone, que nous dénommons *caroubine*, offre les propriétés suivantes :

» Mis en contact avec l'eau ou avec la soude normale, il forme une gelée ou masse transparente très visqueuse; 3-4gr de cette substance par litre donnent un liquide de la consistance d'un sirop épais.

» Dans l'acide chlorhydrique à froid, la caroubine se dissout en donnant un liquide ne réduisant pas la liqueur de Fehling et ne possédant pas de pouvoir rotatoire.

» Traitée par l'acide nitrique selon la méthode de Kent, elle n'accuse que des traces d'acide mucique.

» Traitée à chaud par l'acide nitrique, la caroubine fournit l'acide lévulique et seulement des traces de furfurol lorsqu'elle est soumise à la phloroglucine et l'acide chlorhydrique par la réaction des pentoses.

» Soumise à l'action des acides minéraux dilués et à chaud, la caroubine se transforme en une substance fermentescible dextrogyre, réduisant fortement la solution cuivrique [1].

» La caroubine paraît être assez répandue dans la nature. Nous en avons décelé la présence dans le seigle et dans l'orge, et il est très probable qu'elle entre dans la composition de la bière. Dans certains cas, elle peut remplacer avantageusement la gélose comme milieu nutritif des ferments.

» Une gelée de caroubine peptonisée devient liquide en présence de certains ferments; elle reste gélatineuse en présence d'autres. Cette propriété liquéfiante pourra peut-être servir à caractériser certaines espèces. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les fermentations en milieux composés de particules solides*. Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Ordinairement, dans un milieu liquide, l'activité d'une fermentation, mesurée par l'intensité d'une réaction caractéristique, suit la marche que chacun sait : elle croît d'abord, atteint un maximum, puis décroît jusqu'à ce que le milieu soit très appauvri; la même fermentation ne se ranime plus tant que le milieu n'est pas changé. Il en est autrement d'une fermentation dans un milieu composé de particules solides. Quand elle a crû, puis décrû, elle arrive presque à s'éteindre alors que le milieu est, dans son ensemble, très loin de l'épuisement et paraît encore tout à fait favorable. Vient-on ensuite à brasser, à émietter le milieu, la fermentation se réveille, elle augmente, puis diminue et s'arrête, et ainsi à chaque brassage.

» Ces faits semblent être d'ordre général. Ils ont été, du moins, nettement constatés dans un certain nombre de cas. Par exemple, M. Schlœsing, mon père, a fait remar-

---

(1) Cette transformation, de même que l'action des enzymes sur le nouvel hydrate de carbone, fera l'objet d'une prochaine Communication.

quer, il y a longtemps déjà, la recrudescence qu'éprouve la nitrification à la suite d'une trituration de la terre qui en est le siège, et M. Dehérain a de nouveau insisté sur ce sujet dans ces dernières années et en a montré toute l'importance au point de vue agricole. Expérimentant, de mon côté, sur du fumier fermentant en présence d'air, j'ai observé que la production d'acide carbonique s'y élevait, dans un lot qu'on venait de brasser, au double ou au triple de ce qu'elle était pour un second lot semblable de matière non remué (*Mémorial des manufactures de l'État*, 1890). Un autre exemple d'une pareille influence du brassage, de l'émiettement est fourni par la fabrication du tabac à priser : à une certaine période de cette fabrication, les matières sont versées dans de grandes chambres ou cases, où elles séjournent un ou deux mois; après quoi on les transvase, en les émiettant nécessairement, dans une seconde, puis dans une troisième et une quatrième case; à la suite de chaque transvasement, une reprise de la fermentation se manifeste, élevant considérablement la température et la production d'acide carbonique. On trouverait facilement d'autres cas où se fait sentir l'inflence du brassage dont nous parlons.

» Comment agit le brassage? A cette question on peut proposer plusieurs réponses. J'examinerai seulement l'une d'elles aujourd'hui. On est assez porté, je crois, à penser que l'action du brassage résulte du renouvellement de l'air au sein des matières et, par suite, de la pénétration d'oxygène dans des parties qui en étaient privées et qui, pour ce motif, ne fermentaient plus. Cependant, avant d'être remuées, les matières renfermaient un mélange gazeux où l'oxygène était, en général, fort abondant. Ainsi la terre dans les champs, ainsi le fumier dans nos flacons où passait de l'air, ainsi le tabac dans les cases. Sur ces dernières, j'ai fait de très nombreuses expériences. J'ai suivi par l'analyse les variations de composition de l'atmosphère extraite des matières et j'ai constaté que, pendant le séjour du tabac dans chaque case, le taux d'oxygène, après s'être d'abord beaucoup abaissé, s'élevait ensuite, grâce à des rentrées d'air à travers les parois imparfaitement étanches de la case, et qu'il allait croissant précisément quand la fermentation décroissait: cette décroissance n'était donc pas le fait d'une insuffisance d'oxygène.

» Mais on peut dire que, quoique dans son ensemble l'atmosphère comprise par la masse des matières soit fortement oxygénée, il y a au sein de cette masse des espaces, étroits, capillaires, qui manquent d'oxygène; l'air, malgré la diffusion, n'y pénètre pas, repoussé constamment par le dégagement des gaz, acide carbonique ou autres, produits de la fermentation. Qu'on vienne maintenant à brasser les matières; on ouvre une partie de ces conduits capillaires, et l'oxygène arrive en des points qu'il ne visitait plus.

» Que vaut donc cette opinion faisant consister dans une aération plus

ou moins profonde le mode d'action du brassage sur les fermentations qui nous occupent? Il est hors de doute que l'aération joue un rôle lorsque, dans une fermentation qui a besoin d'oxygène, l'atmosphère qu'on extrait de la masse est, avant le brassage, presque dépouillée de ce gaz. Mais en est-il de même quand l'oxygène abonde dans cette atmosphère à peu près comme dans l'air ordinaire?

» Pour le savoir, j'ai d'abord cherché si une fermentation anaérobie s'exalterait par le brassage pratiqué en dehors de toute aération.

» Comparant entre elles les productions totales de gaz, prises pour mesure de la fermentation, par des lots de fumier enfermés à l'abri de l'air et dont les uns étaient de temps à autre secoués vigoureusement dans les flacons mêmes qui les contenaient sans qu'il y pénétrât la moindre trace d'air extérieur, tandis que les autres demeuraient immobiles, j'ai trouvé :

	Gaz produits.	Nos 1 et 3.	Nos 2 et 4.
	Du 16 au 26 mai, avant qu'on secouât	cc 620,2	cc 620,5
Ces gaz comprenaient 72-75 pour 100 de CO^2; le reste était un mélange de Az avec H et un peu de CH^4.	Du 26 mai au 9 juin; dans cet intervalle, 2 et 4 ont été secoués deux fois; 1 et 3 sont restés immobiles	460,2	605,8
	Du 9 juin au milieu de juillet; 2 et 4 sont restés immobiles; 1 et 3 ont été secoués deux fois	546,9	466,8

» L'effet de l'agitation des flacons, sans être extrêmement considérable (parce que le brassage réalisé était assez imparfait) a été pourtant bien net. Ainsi le brassage sans aération peut exalter notablement une fermentation de matières solides.

» Mais considérons de préférence le cas, plus digne d'attention, des fermentations aérobies. Ici on ne peut brasser sans aérer. Peut-on aérer sans brasser? On y parvient en recourant au vide, lequel renouvelle l'atmosphère jusque dans les moindres cavités des particules solides mieux encore que le plus complet brassage.

» J'ai donc pris quatre lots identiques des matières à examiner; chaque lot, enfermé dans un flacon, était traversé par un courant d'air réglé de façon qu'à la sortie le taux d'acide carbonique produit ne dépassât pas 1 ou 1,5 pour 100. Cet acide était dosé par pesées avec les précautions convenables. A certains jours et au même moment pour les quatre lots, on a procédé aux manipulations suivantes : le lot I n'a subi aucun traitement; le lot II a été secoué cinq minutes dans son flacon même; le flacon III a été secoué aussi cinq minutes, mais en outre on y a fait rapidement le vide et l'on y a laissé rentrer de l'air tout de suite après; le lot IV a été soumis au vide comme le précédent, mais sans être secoué. La comparaison des résultats des quatre lots consi-

dérés deux à deux devait permettre de dégager l'action de l'aération profonde due au vide. Il y a là une méthode qui n'est peut-être pas sans intérêt.

» Je l'ai d'abord appliquée à la fermentation aérobie du fumier (fumier frais de cheval, à 54°-55°). Ne pouvant, faute de place, donner mes chiffres, je les condenserai dans le résumé suivant. Si on les représente par un graphique avec les productions d'acide carbonique comme ordonnées et les temps comme abscisses, on obtient une figure rappelant assez une scie à dents espacées; une même dent correspond à la période qui suit immédiatement un brassage pour les deux lots ayant subi ce traitement, qu'ils aient été ou non soumis à l'aération profonde par le vide; aucune ascension de la courbe ne s'observe pour les deux lots non brassés, qu'ils aient été ou non aérés par le vide.

» Concluons que l'aération, même profonde, sans brassage, n'a pas influé sur la marche de la fermentation, tandis que le simple brassage, même sans l'aération profonde du vide, a exercé une action manifeste. Ce n'est pas par l'aération que le brassage a produit les réveils constatés de la fermentation. »

CHIMIE AGRICOLE. — *La Pomme de terre alimentaire.*
Note de MM. **H. Coudon** et **L. Bussard**, présentée par M. Müntz.

« En raison de son importance économique, la Pomme de terre a fait l'objet de nombreux travaux; ces travaux, parmi lesquels se distinguent surtout ceux de M. Aimé Girard, se rapportent à la Pomme de terre industrielle. Les recherches que nous résumons ici ont trait plus particulièrement à la Pomme de terre comestible; elles mettent en relief, également, certains points intéressant la composition du tubercule.

» Si l'on envisage le tubercule, abstraction faite de l'enveloppe, qui ne représente qu'une très faible fraction en poids, on constate qu'il est constitué par trois couches de composition très différente. Ces couches se distinguent assez facilement, à l'œil nu, sur une tranche mince examinée par transparence. Elles offrent au passage des rayons X des résistances inégales qui les rendent très apparentes sur les photographies obtenues par le procédé Röntgen. Elles ont des densités très différentes, les couches externes étant les plus denses.

» Enfin l'examen microscopique et l'analyse chimique, effectués sur un

certain nombre de tubercules arrivés à parfaite maturité et fraîchement récoltés, nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

» La couche corticale (extérieure) est de beaucoup la plus riche en matière sèche et c'est elle qui contient la plus forte proportion de fécule. Elle est sensiblement moins riche en matières azotées que les couches centrales.

» La couche médullaire interne (la plus centrale) est la plus aqueuse et la plus pauvre en fécule, mais c'est elle qui contient la plus forte proportion de matières azotées.

» La couche médullaire externe, comprise entre les deux précédentes, présente une composition intermédiaire.

» Voici les résultats fournis par l'analyse de deux variétés et rapportés à 100 parties de chaque couche :

			Eau.	Fécule.	Matières azotées
Lesquin	Couche corticale		72,60	20,66	1,90
	Couche médullaire	externe	74,14	19,61	2,21
		interne	79,13	14,44	2,45
Czarine	Couche corticale		72,92	22,45	1,84
	Couche médullaire	externe	78,87	15,64	2,16
		interne	84,48	10,50	2,17

» Avant de chercher à appliquer ces résultats à l'amélioration de la Pomme de terre de table, nous avons cru devoir déterminer en quoi elle différait de la Pomme de terre industrielle. Nous avons, dans ce but, soumis à l'analyse et à la dégustation trente-quatre variétés, cultivées dans le même terrain et fraîchement récoltées.

» Il résulte de ces essais que la valeur culinaire de la Pomme de terre est directement proportionnelle à sa teneur en matières azotées et inversement proportionnelle à sa richesse en fécule. Le rapport $\frac{\text{matières azotées}}{\text{fécule}}$ permet d'apprécier, sans dégustation, la qualité d'une variété quelconque. Pour l'année 1895, ce rapport a été compris entre 25 et 17 pour les bonnes variétés de table; inférieur à 16 pour les médiocres, il s'est abaissé jusqu'à 8 dans les plus mauvaises.

» Mais, en outre de la saveur, il est une propriété qui a une grande importance : c'est la résistance à la cuisson dans l'eau. On sait, en effet, que, lorsqu'un tubercule de Pomme de terre est soumis à la cuisson dans l'eau, il se ramollit simplement en conservant sa forme primitive, ou bien il se

désagrège, se boursoufle et éclate en certains points. Quelle est la cause de ce délitement? On l'attribue généralement au gonflement de la fécule, mais les analyses et les nombreux essais que nous avons faits ne confirment que partiellement cette opinion courante.

» Si, en règle générale, les variétés qui se délitent peu ou pas sont pauvres en fécule, il n'en est pas moins vrai que la forte proportion de fécule que renferment les autres n'est pas la seule cause de leur faible résistance à la cuisson dans l'eau. Voici, comme exemple, deux variétés de même précocité :

	Fécule pour 100.	Albuminoïdes pour 100.	
Early rose...........	17,04	1,08	Se désagrège après dix minutes de cuisson
Merveille d'Amérique.	17,13	1,62	Résiste, même après deux heures de cuisson

» Des mesures micrométriques nous ont montré que la cause de cette résistance à la pression exercée par le gonflement de la fécule ne résidait ni dans les dimensions des cellules, ni dans l'épaisseur des parois.

» Fallait-il l'attribuer à une adhérence plus parfaite des parois des cellules, due à une proportion plus élevée des substances agglutinantes désignées sous le nom de *corps pectiques?* Le dosage de ces matières nous a montré qu'il n'y a aucune relation entre la résistance à la cuisson dans l'eau et la teneur en corps pectiques.

» Mais il existe une autre catégorie de substances qui peuvent intervenir, indirectement peut-être, pour maintenir l'adhérence des cellules entre elles; ce sont les matières albuminoïdes qui, dans la cuisson de la Pomme de terre, se coagulent et emprisonnent la fécule, comme le gluten du blé, dans la panification, agglutine l'amidon et donne du corps au pain.

» Il résulte des essais que nous avons effectués sur nos trente-quatre variétés que c'est bien à l'action des albuminoïdes qu'il faut attribuer la résistance à la cuisson et que cette résistance est fonction du rapport $\frac{\text{matières albuminoïdes}}{\text{fécule}}$. En effet, dans les variétés résistant à la cuisson, ce rapport a été de 14 à 8,6. Le délitement était notable dans les variétés où ce rapport n'était plus que de 8 à 6,6; enfin il était complet au-dessous de cette proportion, qui est tombée à 4,3 dans la variété qui résistait le moins.

» Connaissant le mode de répartition des différents principes dans le tubercule, ainsi que les différences de composition qui font qu'une variété est destinée soit à l'alimentation, soit à l'industrie, le sélectionneur pourra faire un choix rationnel dans un lot de semis par l'examen des tubercules

coupés. Il choisira, en effet, s'il veut produire des variétés industrielles, les tubercules à zone corticale très développée; il s'adressera, au contraire, aux tubercules à moelle abondante s'il veut obtenir des pommes de terre de valeur élevée pour la table. Toutefois, l'analyse chimique d'une moitié du tubercule, sectionné dans le sens de la couronne, l'autre moitié étant réservée pour la multiplication, permettra d'arriver plus rapidement à la création de variétés de haute valeur alimentaire. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches relatives à l'homologie des os de l'épaule chez les Batraciens et les Sauriens.* Note de M. **A. Perrin**, professeur au lycée Carnot, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'étude de la ceinture scapulaire des Batraciens et des Reptiles montre que les anatomistes ne sont d'accord ni sur le nombre ni sur l'homologie des différentes pièces qui la constituent.

» Une théorie, classique en France et dont Sabatier s'est fait le plus ardent défenseur, admet la présence possible de quatre os dans la composition de l'épaule : un dans la région dorsale, le scapulum, et trois dans la région ventrale; parmi ceux-ci deux sont d'origine cartilagineuse, le coracoïde et le procoracoïde, et contribuent avec le scapulum à la formation de la cavité glénoïde, tandis que la clavicule est un os transversal allant de l'épisternum au scapulum et destiné à maintenir ce dernier os écarté de la ligne médiane. La clavicule provient d'une ossification directe du tissu embryonnaire, ce qui la distingue des autres parties de l'épaule.

» Wiedersheim s'appuie sur ses récentes recherches embryologiques, qui confirment celles de Götte et de Sordan, pour défendre une autre théorie. Pour lui, il n'y a que trois os dans l'épaule : le scapulum, le coracoïde et la clavicule; celle-ci peut dans certains cas, chez les Sauriens par exemple, être due à une ossification directe du tissu embryonnaire. Quels sont les arguments de Wiedersheim? Chez les Urodèles, le scapulum se forme indépendamment des deux pièces ventrales, qui constituent un cartilage bifurqué, continu dès le début. Mais, chez les Anoures, on trouve trois points de chondrification distincts donnant naissance à trois pièces qui se soudent plus tard au niveau de la cavité glénoïde et s'ossifient en partie. Ces trois os des Anoures, auxquels il donne les noms de *scapulum, coracoïde* et *clavicule,* sont les homologues certains des trois branches qui constituent la ceinture antérieure des Urodèles. Chez les Sauriens, chaque demi-

ceinture provient d'un blastème continu; mais, tandis que la pièce dorsale ou scapulum et la pièce ventrale postérieure ou coracoïde passent à l'état cartilagineux, la pièce ventrale antérieure ou clavicule se sépare du reste du blastème primitif par une simple fente, s'ossifie directement et se détache ensuite successivement du scapulum et de l'épisternum. Chez les Tortues, ces trois os qui constituent la ceinture proviennent de trois cartilages originairement distincts, qui se soudent ultérieurement au voisinage de la cavité glénoïde. Donc l'étude du développement montrerait la formation de trois pièces respectivement homologues dans ces différents groupes.

» La myologie comparée et la structure de l'épaule de l'*Hatteria* prouvent que, contrairement à l'opinion de Wiedersheim, la clavicule des Sauriens n'a pas d'homologue chez les Batraciens et les Tortues. Cette manière de voir n'est pas en contradiction avec les faits connus d'embryologie, comme je vais le démontrer, *mais il est nécessaire pour bien interpréter ces faits de tenir compte de l'âge relatif des espèces dont on étudie le développement*.

» Chez les Urodèles, qui représentent un type primitif ayant peu évolué, l'embryologie nous montre au début deux cartilages dont l'un donnera le scapulum et l'autre le coracoïde, qui présente en avant une sorte d'apophyse ou procoracoïde. Chez les Anoures, le scapulum, le coracoïde et le procoracoïde ont, chez l'embryon, trois points de chondrification et, plus tard, trois points d'ossification distincts. Les trois parties de cette ceinture sont certainement les homologues de celles des Urodèles. Cela montre simplement chez les Anoures une tendance à l'individualisation de pièces squelettiques primitivement réunies en un seul os. D'ailleurs, la présence de trois points de chondrification ne suffit pas à démontrer l'existence de trois os distincts, ou bien il faudrait admettre les mêmes conséquences lorsqu'il y a trois points d'ossification, et, dès lors, le tibia de l'homme serait dû à la soudure de trois os. Mais, comme les Anoures constituent un type d'origine urodélique, mais de formation récente et absolument aberrant, il est impossible, des faits observés dans son développement, de tirer la moindre conclusion applicable aux Sauriens, qui ont une origine commune avec les Urodèles, mais qui sont bien plus anciens que les Anoures et n'ont aucun rapport de filiation avec eux.

» Chez les Sauriens, le coracoïde et le procoracoïde proviennent, comme chez les Urodèles, d'un cartilage unique; mais, au lieu d'être imparfaitement séparés par une échancrure, ils le sont ici par une formation fenêtrée, qui apparaît secondairement. Donc, au point de vue embryologique, rien ne

contredit l'homologie des parties auxquelles j'ai attribué les mêmes noms dans les deux groupes. Au contraire, la clavicule des Sauriens, qui se forme par un procédé d'ossification absolument différent, n'a pas d'homologue chez les Batraciens. Chez les Tortues, objecte Wiedersheim, la clavicule est précédée par un cartilage. En réalité, la pièce ainsi désignée par Wiedersheim n'est pas une clavicule, c'est l'homologue du procoracoïde des Batraciens, qui, comme chez les Anoures et pour les mêmes raisons, a des tendances à l'individualisation.

» Un autre exemple de cette tendance se retrouve chez les Sauriens qui sont récents par rapport aux Rhyncocéphales. Le développement de la clavicule chez les Sauriens montre qu'elle est primitivement soudée au scapulum et à l'épisternum et qu'elle se détache successivement de ces deux os. Chez l'*Hatteria*, la séparation n'a lieu qu'au niveau du scapulum, et la clavicule reste soudée à l'épisternum.

» Donc, de même que dans le développement de l'épaule au milieu d'un blastème continu, il se forme plusieurs cartilages distincts et, parfois, des points d'ossification plus nombreux; de même on trouve dans les formes anciennes des os uniques qui, dans les formes récentes, donnent naissance à plusieurs os distincts. L'Embryologie ne prouve donc pas que la clavicule des Sauriens a un homologue chez les Batraciens; elle montre simplement que le procoracoïde n'est qu'une partie du coracoïde qui, dans certains cas, a une tendance à l'individualisation. »

ZOOLOGIE. — *Sur la signification morphologique des dents de la charnière chez les Lamellibranches*. Note de M. **Félix Bernard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Je me propose d'indiquer ici quelle origine on peut admettre pour les formations dentaires des Lamellibranches et comment on peut concevoir dans ses grandes lignes leur évolution. Le point de départ, pour l'explication des phénomènes ontogéniques, doit être pris dans les formes d'origine très ancienne dont le développement est le plus lent, sans être cependant altéré par une adaptation quelconque. C'est le cas des Mytilidées. Reprenant une dénomination de Neumayer, j'appellerai dents *dysodontes* leurs dents et celles de tous les autres Anisomyaires.

» A la prodissoconque [1] succède un stade où la charnière est consti-

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1165; 24 mai 1897.

tuée encore par la prolongation du *provinculum*, et qui est sauté dans les autres familles. Le stade suivant est caractérisé par l'apparition subite des côtes externes, dans la plupart des cas. Les dents dysodontes se montrent toujours exactement en même temps; elles alternent avec les côtes externes, sont orientées dans le même sens et se multiplient en corrélation avec elles. Elles doivent donc être considérées comme des *côtes internes* limitées au bord de la coquille. Or on trouve dans toute la série des Mytilidées toutes les transitions entre de simples plis intéressant toute l'épaisseur du test (*Myrina*) et de véritables dents, un peu recourbées, portées sur un bourrelet marginal, véritable plateau cardinal rudimentaire (*Modiolaria, Crenella*). D'autre part, dans ces derniers genres où les crénelures du bord ventral et les dents dysodontes coexistent sans transition apparente, on peut vérifier facilement le passage des premières formations aux secondes. Le plateau cardinal rudimentaire s'étend progressivement par-dessus ces crénelures, qu'il recouvre et fait disparaître momentanément; chacune d'elles reparaît bientôt après, à la même place, mais cette fois à la surface du plateau et sous forme de dent.

» C'est exactement par le même processus que se sont constituées les dents *taxodontes*, qui sont portées sur un plateau très développé et surplombant la cavité de la coquille.

» En effet : 1° dans les très jeunes stades des formes d'arches qui ressemblent à des Modioles, les premières dents, qui apparaissent, *comme toujours*, avant le plateau et à même le test, sont des lames allongées alternant avec les premières côtes; 2° chez les adultes des mêmes formes (ex. : *Barbatia fusca* Lk.), on trouve sur un même individu les trois ordres de formation : crénelures du bord central, dents dysodontes, dents taxodontes, sans transition apparente; or, en usant convenablement la surface du test, on voit clairement que chaque dent taxodonte n'est, en quelque sorte, que la reprise d'une dent dysodonte interrompue par la progression du plateau, et dont on peut même voir le reste, quelque temps, au bord dorsal. Parmi les Hétérodontes, les jeunes *Cardium* seuls montrent une alternance très nette des dents latérales avec les côtes externes.

» A partir du type dysodonte normal, nous avons à envisager une série régressive et une série progressive. La première est fournie par les Plicatules et les Huîtres. Chez ces dernières, au deuxième stade après la prodissoconque, se voient le long des bords de la valve libre des mamelons espacés qui ont jusqu'ici passé inaperçus. Les Plicatules et *Ostrea cochlear*

font la transition et montrent le passage des dents dysodontes à ces mamelons.

» La série progressive a pour caractère le développement de plus en plus rapide du plateau, tout à fait indépendant des dents : en effet, l'apparition des premières dents précède toujours celle du plateau. La connexion des dents avec les côtes est supprimée par suite de la précocité des premières qui se montrent tout de suite après la prodissoconque. J'ai indiqué ailleurs que les dents taxodontes et hétérodontes sont constituées par des lamelles *primitives*, d'abord peu inclinées et orientées comme les dents dysodontes, puis qui se replient les unes au-dessus des autres, de manière à former une ou deux branches très dressées par rapport à la charnière. Ce processus, déjà indiqué chez les *Crenella* et les Aviculidés, devient très prononcé et reste très lent chez les Arcidés (surtout *Cucullœa*) et chez les Carditacés. Il s'accélère de plus en plus dans les groupes des Lucinacés, Cyrenacés, Machidés, qui montrent la division nette de la lame primitive en dents cardinales et dents latérales. Cette division, au contraire, n'est pas fondée ou très obscure chez les Taxodontes, les Anisomyaires, les Érycinidés, etc.; mais, inversement, elle devient de plus en plus précoce quand on s'adresse aux formes les plus élevées, et chez les Tellinacés, les Donacidés, les *Cardium* actuels, etc., les diverses dents apparaissent en complète indépendance les unes des autres : les dents cardinales sont toujours les premières et sont très précoces. Je ne m'arrête pas aux cas bien connus de régression.

» La marche générale de l'évolution, au point de vue mécanique, est la suivante. Dans les types inférieurs, le *provinculum* suffit assez longtemps à assurer la fixité de la charnière; mais les crénelures étant verticales n'empêchent pas le glissement dans le sens dorso-ventral : ce rôle est dévolu aux côtes internes ou dents dysodontes. D'autre part, les crénelures, étant très fines, ne sont plus de grande utilité quand la charnière grandit : les lames primitives se recourbent alors de manière qu'elles empêchent, par leur segment interne, dressé, le glissement horizontal, et par leur segment externe, couché, le glissement vertical. Puis la division du travail s'établit de plus en plus nette et plus précoce entre ces divers segments qui finissent par devenir indépendants. La disparition totale du *provinculum*, dans la majorité des Hétérodontes, est la conséquence naturelle de cette accélération.

» En ce qui concerne l'origine première des dents, je reviens ainsi, par une voie toute nouvelle, à une notion mise en lumière par Neumayer et

par Conrath. Parmi les Lamellibranches les plus anciens, une partie de ceux dont Neumayer a constitué son ordre très hétérogène des Cryptodontes ont précisément ce caractère que leurs dents sont formées de côtes internes, alternant avec les véritables côtes le long du bord cardinal. Les auteurs précités indiquent, par des raisons purement paléontologiques, le type en question comme primitif pour la série des Lamellibranches. La notion nouvelle, que j'indique ici, de l'indépendance des dents et du plateau, me conduit aux mêmes conclusions par les données de l'Ontogénie. »

ZOOLOGIE. — *La régénération du micronucléus chez quelques Infusoires ciliés*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans ses belles études sur la mérotomie des Infusoires ciliés, M. Balbiani a donné peu d'indications sur le sort du micronucléus; il s'est seulement attaché à démontrer que ce noyau sexuel n'est pas indispensable à la régénération, c'est-à-dire à l'assimilation (condition n° 1) [1]. Des considérations théoriques qu'il serait trop long d'exposer ici m'ont amené à chercher si le micronucléus n'est pas compris dans la régénération, autrement dit, s'il n'est pas susceptible d'être reconstruit de toutes pièces dans un mérozoïte qui contient le macronucléus ou un fragment suffisant de ce noyau, *sans trace de micronucléus*.

» Sauf des cas très spéciaux, il est bien difficile de voir les micronucléus sans coloration; aussi ai-je dû recourir à l'artifice suivant : je me borne à l'étude de types pourvus, normalement, d'un seul micronucléus et je m'efforce de faire des sections qui coupent le noyau en deux. Les deux mérozoïtes ainsi obtenus sont séparés; je colore l'un d'eux, de manière à voir s'il porte le micronucléus et, quand je constate que cela a lieu, j'en conclus que l'autre en est dépourvu (?). C'est alors ce dernier que j'étudie pendant longtemps et que je laisse se régénérer.

» Plus tard, quand la régénération me semble suffisante, je colore la préparation pour chercher si des micronucléus ont apparu.

» J'ai étudié plusieurs espèces, surtout de celles qui ont un noyau allongé et de celles dont le micronucléus est facile à apercevoir. Je crois pouvoir affirmer que, dans certains cas au moins, *le micronucléus se régénère de toutes pièces dans un mérozoïte ne contenant pas de trace de l'ancien;* mais je

[1] *Théorie nouvelle de la Vie*, Livre II.

n'ai pas besoin d'insister sur la défectuosité de la méthode employée et sur les erreurs qu'elle rend possibles. Malheureusement, depuis près d'une année que j'ai entrepris ce travail, je n'ai pas pu imaginer de méthode plus rigoureuse; aussi me contenté-je, pour le moment, de signaler sans aucun détail ce résultat probable, dont la vérification absolue jetterait un jour nouveau sur l'interprétation des phénomènes de rajeunissement karyogamique. »

ZOOLOGIE. — *Évolution des Grégarines cœlomiques du Grillon domestique.* Note de M. L. CUÉNOT, présentée par M. Edmond Perrier.

« Il y a trois ans, en disséquant des Grillons domestiques pour mon travail sur la physiologie des Insectes (¹), j'avais trouvé dans le cœlome une Grégarine nouvelle, en exemplaires si nombreux que j'ai voulu profiter de ce matériel favorable pour étudier complètement l'évolution d'un Sporozoaire, considéré surtout au point de vue des transformations nucléaires. En effet, si nous connaissons dans les grandes lignes l'histoire des Grégarines, on manque encore de renseignements précis sur bien des points importants; les travaux de Roboz (²) et de Wolters (³) sur la karyogamie de *Clepsidrina* et de *Monocystis* présentent des lacunes graves, et rien ne dit que leurs résultats puissent être généralisés. La Grégarine des Grillons se comporte en effet d'une tout autre façon.

» Prenons le parasite au début de son évolution, lorsqu'il est enfoui dans l'épithélium de l'intestin moyen de son hôte; il grossit notablement, jusqu'à acquérir 30 μ de diamètre, puis passe peu à peu dans la couche conjonctive de l'intestin et de là tombe dans le cœlome, absolument libre. Aussitôt après, les Grégarines, attirées par un cytotropisme positif, se rapprochent et s'accolent, de façon à former des *associations* de deux individus; à partir de ce moment, les Grégarines associées ne vont plus se séparer et grandiront côte à côte, parfois incluses sous une mince membrane commune; on ne trouve plus d'individus isolés, et il semble évident que la vie n'est possible pour ces Grégarines que sous la forme de couples (l'association

(¹) CUÉNOT, *Études physiologiques sur les Orthoptères* (*Arch. de Biol.*, t. XIV, p. 293; 1895).
(²) ROBOZ, *Beitrage zur Kenntnis der Gregarinen* (*Abhandl. der ungarischen Akad. der Wiss.*, p. 1; 17 mai 1886).
(³) WOLTERS, *Die Conjugation und Sporenbildung bei Gregarinen* (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd. 37, p. 99; 1891).

binaire se rencontre aussi chez d'autres Grégarines : *Zygocystis cometa* Stein, *Pterospora maldaneorum* Labbé et Racovitza, *Didymophyes* Stein, etc.)

» A cet état, les Grégarines apparaissent sous forme de petits corps blancs, parfaitement immobiles, épars dans le cœlome de l'Insecte ; le grand axe du couple mesure jusqu'à $1^{mm},3$; le cytoplasme est rempli de produits de réserve, sphères de zooamylum et matières albuminoïdes ; le noyau présente au centre un gros karyosome vacuolaire, formé surtout de nucléine (nucléole-noyau de Carnoy), rattaché à la membrane nucléaire par quelques filaments de linine et entouré d'un abondant suc nucléaire.

» Jusque-là, cette Grégarine ne présente rien de bien particulier, mais la sporulation révèle des phénomènes du plus haut intérêt : lorsqu'elle va commencer, les deux associés s'accolent intimement, de façon à figurer deux demi-sphères juxtaposées ; toutefois, la double membrane de séparation ne disparaît pas, sauf à un stade très avancé de la sporulation ; *il ne peut donc pas y avoir,* et il n'y a pas, en effet, de fécondation karyogamique, telle que Roboz et Wolters l'ont décrite chez *Clepsidrina* et *Monocystis*. A ce moment, les réactifs colorants décèlent dans le cytoplasme de chaque associé, non loin du gros noyau, un petit granule chromatique entouré d'une zone claire, ressemblant assez à une sphère attractive avec centrosome ; il est très probable que ce granule existait auparavant, mais comme la zone claire est le seul indice qui permette de le distinguer au milieu des innombrables granulations de réserve, on ne peut le mettre en évidence qu'à ce stade. J'appellerai *micronucléus* ce granule chromatique et *macronucléus* le gros noyau décrit plus haut.

» Les phénomènes nucléaires de la sporulation se réduisent en ceci : 1° dégénérescence du macronucléus, qui perd sa membrane, son suc nucléaire, pendant que le karyosome central se dissout lentement dans le cytoplasme ; 2° division du micronucléus, d'abord en deux, puis en quatre, huit, etc., pour donner des archéspores qui s'accumulent à la périphérie de chaque associé. Cette division du micronucléus se fait par un procédé qui tient à la fois de la mitose et de l'amitose ; il y a des asters polaires avec centrosomes et un fuseau central, mais la chromatine se divise simplement en deux fragments qui se portent aux pôles ; on est d'ailleurs habitué à voir, chez les Monocellulaires, ces procédés mixtes qui disparaîtront totalement chez les Métazoaires (Euglène, Péridiniens, Diatomées, macronucléus des Infusoires, etc.).

» Lorsque les archéspores sont accumulées à la périphérie de chaque associé en couche bien continue, la double membrane de séparation se résorbe, et les cytoplasmes des deux associés communiquent librement ; le kyste ne forme plus qu'une sphère unique avec spores périphériques. La sporulation continue ; chaque archéspore s'entoure de deux membranes, d'abord une épispore, puis une endospore ; son noyau unique se divise par voie directe en deux, puis en quatre et huit noyaux, qui seront les noyaux d'autant de sporozoïtes. Entre temps, les matières de réserve, albuminoïdes et zooamylum, se sont résorbées. Le contenu du kyste se transforme tout entier en spores ; il ne reste pas le moindre reliquat cystal. Les spores sont ovoïdes, avec un sillon équatorial très net ; elles deviennent souvent libres dans le cœlome du Grillon par rupture des kystes, et sont alors ingérées par les phagocytes de l'hôte.

» Comme je l'ai constaté expérimentalement, les Grillons s'infestent en

mangeant d'autres Grillons renfermant des spores mûres; les sporozoïtes s'installent dans l'épithélium de l'intestin moyen et le cycle recommence. Sur un même Grillon, on peut ainsi trouver tous les stades de l'évolution : individus inclus dans la paroi intestinale, Grégarines isolées libres dans le cœlome, associations, kystes à divers stades, et kystes âgés, en voie de dégénérescence.

» Les Grégarines cœlomiques du *Gryllus domesticus* L. appartiennent certainement au genre *Diplocystis* Kunstler; cet auteur (¹) a trouvé en effet, dans le cœlome de *Periplaneta americana*, des Grégarines en association binaire (*D. Schneideri* Kunstler), qui ressemblent par assez de traits à celles du Grillon pour qu'on puisse placer ces dernières dans le même genre. J'ai trouvé chez le Grillon domestique deux espèces nouvelles de *Diplocystis :* l'une (*D. minor*), chez les Grillons de Beauvais, Chauny, etc., mesure au maximum 600 μ (grand axe du couple); ses réserves albuminoïdes sont en gros grumeaux irréguliers, donnant la réaction de Millon; l'autre (*D. major*), chez les Grillons des Ardennes, de Joinville, de Nancy, mesure au maximum 1300 μ; ses réserves albuminoïdes ont la forme de très petits disques. Dans quelques localités des Ardennes, les Grillons renferment aussi dans l'intestin une *Clepsidrina* nouvelle (*C. gryllorum*), qui n'a aucune relation avec les *Diplocystis* et présente l'évolution habituelle des Grégarines dicystidées des Insectes.

» Dans une prochaine Communication, je comparerai les résultats fournis par l'étude des *Diplocystis* avec ceux des auteurs sur les autres Grégarines, les Coccidies, les Infusoires, etc. ; ils éclairent d'un jour tout nouveau le phénomène de l'*épuration nucléaire*, assez mal compris jusqu'ici (²). »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie de la larve composée d'une Synascidie* (Diplosomoïdes Lacazii *Giard*). Note de M. **Maurice Caullery**, présentée par M. Edmond Perrier.

« *Diplosomoïdes Lacazii* Giard (*Leptoclinum Lacazii* Giard, *L. coccineum* v. Drasche) est une Synascidie de la famille des Didemniens qui bour-

(¹) Kunstler, *Diplocystis Schneideri* (nov. gen., nov. sp.). *Tablettes zoologiques*, t. II, p. 25; 1887.

(²) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

geonne dès la période du développement de l'oozoïde. Cette particularité a été signalée par Lahille (*Recherches sur les Tuniciers*, p. 134, *fig.* 76). D'après cet auteur, la larve, lors de l'éclosion, est une colonie de trois individus : l'oozoïde et deux blastozoïdes [ou mieux deux bourgeons thoraciques (¹)] situés de part et d'autre du reliquat de vitellus; toutefois il n'a étudié ni la structure, ni les connexions de ces blastozoïdes; en les précisant j'ai été amené à modifier notablement les données précédentes et à constater certaines particularités qui ne sont pas sans intérêt pour la morphologie générale (²).

» Le développement de *Diplosomoïdes Lacazii* (le bourgeonnement mis à part) rappelle beaucoup celui des autres Didemniens (³). Je n'insiste ici que sur les points relatifs à la blastogénèse.

» 1° *Origine des blastozoïdes.* — La larve, à un certain moment, présente une cavité endodermique B (la future chambre branchiale de l'oozoïde) qui émet trois diverticules tubulaires : l'un médian et postérieur, très aplati dans le sens transversal (il deviendra l'anse digestive de l'oozoïde); les deux autres latéraux et placés en avant du premier. Ces derniers sont les tubes épicardiques droit et gauche, *d* et *g*, si importants dans la morphologie des Tuniciers. Ici ils sont rejetés sur les faces latérales de la larve par la masse compacte du vitellus qui occupe tout le centre. Ils entourent ce vitellus comme une ceinture et vont se rejoindre par leur extrémité inférieure. Plus tard, ils se souderont par là, puis se sépareront, en isolant sur l'emplacement de leur ancienne jonction une vésicule qui deviendra le cœur de l'oozoïde.

» Chacun des tubes épicardiques ne tarde pas à se dilater dans sa portion moyenne et à y épaissir sa paroi par prolifération cellulaire active. Les régions ainsi modifiées sont les ébauches des deux bourgeons thoraciques signalés par Lahille. Leur origine explique donc leur position par rapport au vitellus. En même temps, les tubes épicardiques se séparent de la cavité B qui les a émis.

» 2° *Description de la larve lors de l'éclosion :*

» *a. Oozoïde.* — Le thorax, avec les organes sensoriels caractéristiques du têtard, est normal. L'anse digestive comprend une branche descendante et une branche montante. Mais la portion supérieure de cette dernière, c'est-à-dire le rectum, est en

---

(¹) On sait que chez les Didemniens le thorax (chambre branchiale et ses annexes) d'une part, et l'abdomen (anse digestive, cœur, etc.) d'un même individu, d'autre part, se forment d'une façon indépendante par deux bourgeons (b. thoracique et b. abdominal) qui se soudent ensuite.

(²) Les matériaux de cette étude m'ont été envoyés à Lyon par la station de Biologie marine de Tamaris (Var). J'adresse ici tous mes remercîments au Directeur de ce laboratoire, M. R. Dubois.

(³) Cf. SALENSKY, *Mitth. a. d. Zool. Stat. z. Neapel*, t. XI. Je reviendrai sur divers points de ce développement dans un Mémoire détaillé.

partie atrophiée. Le cœur occupe le fond de l'anse digestive; il vient s'appuyer sur les extrémités des tubes épicardiques.

» *b. Blastozoïdes.* — Désignons respectivement par D et G celui de droite et celui de gauche (ils proviennent des tubes épicardiques *d* et *g*). Lors de l'éclosion ils ne sont plus placés d'une façon symétrique. D s'est porté vers la gauche et tend à se placer transversalement à la face inférieure de la larve. C'est pour cette raison qu'il est visible dans le schéma de Lahille (*l. c.*). En étudiant D et G, on constate qu'en réalité *chacun d'eux n'est qu'un demi bourgeon thoracique;* D est la moitié droite, G la moitié gauche d'un même thorax fendu suivant le plan de symétrie et dont les deux moitiés ont été écartées. L'examen d'une coupe transversale montre ce point à l'évidence. Chaque bourgeon ne présente de cavité péribranchiale que sur sa face externe, il n'offre que la moitié du sillon endostylaire coupé suivant le plan de symétrie, et il est fermé du côté interne par un épithélium très aplati qui est la paroi même du tube épicardique. Il est facile d'interpréter cette disposition. Dans tous les Didemniens, les deux tubes épicardiques se soudent dans la région où ils vont former un bourgeon; ici le vitellus interposé en grande masse a empêché cette soudure et chaque tube a donné séparément la moitié correspondante du blastozoïde.

» G possède seul le système nerveux caractéristique des ascidiozoïdes adultes. Sa chambre branchiale se prolonge inférieurement par le tube épicardique G. Dans sa cavité péribranchiale, vient s'ouvrir le rectum *r* branché sur l'anse digestive de l'oozoïde.

» Au contraire, D n'a pas de système nerveux, mais possède un œsophage qui part du fond de la chambre branchiale et va se jeter dans l'anse digestive de l'oozoïde. D se prolonge inférieurement par le tube épicardique *d*.

» Le développement des divers organes dans ces demi-bourgeons se fait suivant les processus normaux de la blastogénèse. Par exemple la cavité péribranchiale se forme par une évagination latérale de la chambre branchiale.

» *c. La larve présente enfin un bourgeon abdominal.* — Il se compose d'un diverticule de l'œsophage de l'oozoïde, diverticule qui se recourbe en une anse intestinale; dans cette anse se forme un cœur aux dépens du tube épicardique *d*.

» En résumé, lors de l'éclosion, la larve de *Diplosomoïdes Lacazii* se compose :

» 1° De l'*oozoïde* typique sauf en ce que la partie terminale de son tube digestif est atrophié;

» 2° D'un *bourgeon abdominal* typique;

» 3° De *deux demi-bourgeons thoraciques* complémentaires.

» A proprement parler, il n'y a donc, au total, dans cette larve que deux individus, l'oozoïde et les diverses parties d'un blastozoïde. Elle est doublement intéressante : 1° par la précocité du bourgeonnement; 2° par la disjonction des deux moitiés du bourgeon thoracique. Cette dernière particularité ne me paraît pouvoir s'expliquer que par la présence d'un

vitellus abondant et est un exemple très net *de l'influence mécanique du vitellus sur les phénomènes morphogéniques*. Il se produit accidentellement chez beaucoup d'animaux de semblables disjonctions des parties; chez certains individus, les deux moitiés d'un organe pair peuvent ne pas se souder, mais cela conduit à des monstruosités. Ici le processus tératogénique est devenu normal. Je rappellerai que, dans le genre *Diplosoma*, le transport de la blastogénèse à la période embryonnaire produit également, ainsi que je l'ai signalé ([1]), dans les rapports des parties, une perturbation qui consiste là dans un échange des viscères entre l'oozoïde et le blastozoïde.

» Je compte, dès que le pourrai, suivre, *in vivo*, l'évolution de la larve de *Diplosomoïdes* après son éclosion. Il me paraît probable que les deux demi-bourgeons D et G arrivent alors à se souder pour former un thorax complet. Peut-être cependant chacun acquiert-il, par une sorte de régénération, les parties qui lui manquaient et forment-ils deux individus.

» Lahille dit avoir observé dans *Diplosomoïdes Lacazii* deux sortes de larves : les unes petites, ne bourgeonnant pas; les autres grosses et bourgeonnant. Sur les très nombreux cormus que j'ai examinés, je n'ai rien vu d'une semblable diversité. Tous les œufs évoluaient avec une parfaite régularité pour aboutir à la larve que j'ai décrite. Je ne voudrais pas nier catégoriquement les faits avancés par Lahille, mais je doute de leur exactitude et, en tout cas, ils auraient besoin d'être confirmés d'une façon précise, leur description étant assez vague et les processus à certains égards peu vraisemblables. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les noyaux hypodermiques des Anguillulides.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« En poursuivant, sur les adaptations biologiques de diverses Anguillules, les recherches dont j'ai récemment présenté les résultats à l'Académie ([2]), j'ai été conduit à reprendre l'examen d'une question longtemps controversée et qui ne laisse pas de diviser encore les histologistes. Il s'agit des noyaux hypodermiques ou plutôt épidermiques.

» Lorsqu'on observe le tégument d'une Nématode à l'état adulte ou,

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, 25 novembre 1895.
([2]) *Comptes rendus*, séance du 26 avril 1897.

suivant les types, à certains stades du développement, on le voit fréquemment offrir l'aspect d'une couche granuleuse semée de noyaux et supportant une cuticule plus ou moins épaisse : d'où les noms de *couche chitinogène, hypoderme,* ou mieux *épiderme,* donnés à cette zone d'apparence souvent presque anhiste et plasmodiale.

» Les partisans de la genèse libre des noyaux et des syncytiums originels ne pouvaient manquer de revendiquer de telles dispositions comme favorables à leurs conceptions; aussi ont-ils décrit les *noyaux hypodermiques* comme apparaissant librement et ne relevant d'aucun territoire protoplasmique.

» Plusieurs micrographes ont admis, au contraire, que ces noyaux devaient appartenir à des cellules initialement distinctes, puis se confondant et perdant leur individualité par fusion des couches limitantes. Le syncytium ne serait donc que secondaire, apparent plutôt que réel, dérivant d'une couche cellulaire par coalescence et fusion de ses éléments constitutifs.

» Telle est la thèse que j'ai soutenue en l'appuyant de nombreuses observations. Aussi n'ai-je pas été médiocrement surpris en voyant une publication récente me citer au nombre des défenseurs de la théorie des noyaux libres.

» Qu'il me suffise, pour répondre à une pareille imputation et en faire justice, de reproduire les termes mêmes dans lesquels je formulais mes conclusions :

» Lorsqu'on l'examine rapidement, l'épiderme (ou hypoderme) se montre comme une couche mince, protoplasmique, semée de noyaux. Est-ce à dire qu'il faudrait admettre ici des noyaux libres? J'ai montré dans un autre travail (¹) ce qu'on devait penser d'une telle hypothèse; elle ne se défendrait pas mieux dans le cas actuel que pour les éléments nerveux, etc.

» En effet, si l'on multiplie les recherches, on trouve toujours quelques individus sur lesquels les réactifs permettent de délimiter, autour du noyau, un petit territoire protoplasmique.

» On comprend dès lors la vraie signification de l'épiderme (ou hypoderme) : il est originellement cellulaire, mais peu à peu les limites des cellules s'effacent et les noyaux demeurent comme leurs derniers témoins (²).

» Il m'eût été difficile de m'exprimer plus clairement. Comment a-t-on

---

(¹) Joannes Chatin, *Recherches sur les myélocytes des Invertébrés*; 1888.

(²) Joannes Chatin, *Recherches sur l'Anguillule de la Betterave* (publiées par les soins du Ministère de l'Agriculture, Imprimerie nationale, p. 19; 1891).

pu dès lors m'attribuer une opinion diamétralement opposée à celle que j'énonçais avec tant de netteté? Dois-je supposer que l'auteur, sans se reporter à mon Mémoire, s'est borné à en prendre connaissance d'après quelque analyse succincte et incomplète?

» Quoi qu'il en soit, et tenant à dissiper toute équivoque, je suis fort heureux d'avoir pu recueillir de nouveaux faits qui confirment pleinement ceux que j'ai antérieurement observés et exposés.

» Dans les Leptodères et les Pélodères, comme chez le *Tylenchus putrefaciens*, l'*Heterodera Schachtii*, etc., l'épiderme ou hypoderme possède initialement une constitution cellulaire. C'est plus tard que les frontières s'effacent, que les territoires se confondent, tandis que le tissu hypodermique entre dans la période des différenciations complexes qui provoquent l'apparition d'éléments nerveux, etc., dont je n'ai pas à suivre l'évolution et les variations.

» Les noyaux pourront alors se présenter comme prééminents en raison de leur volume et de leur élection chromatique, comme libres en raison de la gangue anhiste ou fibrillaire dans laquelle ils semblent plongés. Ce sont là de simples apparences, que l'étude de l'état antérieur permet de ramener à leur exacte valeur.

» Ainsi que je l'établissais dans mes Communications précédentes, le groupe des Anguillulides est particulièrement instructif à ce point de vue.

» Sans doute les très minimes dimensions de ces Vers rendent leur étude délicate pour tout observateur qui ne s'est pas familiarisé spécialement avec leur étude, avec leurs coupes et avec la technique appropriée. Mais, d'autre part, la faible complexité de leur constitution histique, la moindre différenciation de leurs couches tégumentaires, comparées à celles des Ascarides, des Oxyures, etc., facilitent singulièrement les investigations.

» Celles-ci se poursuivent, en réalité, dans des conditions favorables qui ne se rencontrent guère chez les Nématodes de plus grande taille et d'organisation plus élevée, sur lesquels les recherches semblent s'être trop exclusivement localisées. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La cause efficiente de la maladie de la Pomme de terre appelée la* Frisolée. Note de M. E. Roze, présentée par M. Chatin.

« Cette maladie appelait naguère beaucoup plus l'attention qu'aujourd'hui. Mais depuis que le *Phytophtora infestans* a été reconnu comme étant

la véritable cause de ce qu'on appelle simplement la *Maladie de la Pomme de terre*, la Frisolée a été confondue souvent avec elle, d'autant qu'elle présente, à l'œil nu, un caractère similaire : le brunissement des feuilles. Les auteurs qui la décrivaient autrefois avaient même signalé une autre sorte d'affection : la Rouille; ce n'était, en réalité, qu'une forme de la Frisolée. Cette maladie sévissait en France, en Allemagne et en Angleterre, où elle était désignée sous le nom de *Curl*, et, certaines années, les cultivateurs s'en plaignaient assez vivement. Toutefois la cause en était restée inconnue.

» Si l'on veut bien se rappeler que, dans une Note précédente, j'avais fait connaître que des Pommes de terre, attaquées par le *Pseudocommis Vitis* Debray, avaient, au printemps, émis des germes dont l'extrémité s'était noircie et desséchée, par suite de la concentration, dans cette partie, des plasmodes de ce Champignon muqueux, on comprendra que j'aie cherché à savoir ce que produiraient ces tubercules dans le sol. J'en ai donc planté un certain nombre et voici ce que j'ai pu observer :

» Plusieurs n'ont émis aucune tige aérienne et je les croyais atrophiés, lorsqu'en les déterrant, un mois et demi après, je constatais qu'ils avaient émis des stolons, se terminant par de très petits tubercules. D'autres, que je n'avais pas plantés, conservés en boîtes, s'étaient comportés de même.

» Mais quelques autres tubercules, moins attaqués, avaient émis des tiges aériennes : les tiges des uns étaient petites, rabougries, avec des feuilles frisées, crispées, plus ou moins maculées de taches roussâtres ou noirâtres; celles des autres, plus grandes, presque normales, avaient des feuilles moins crispées, mais tachées de même, ou jaunissantes, ou presque entièrement noirâtres, ce qui rappelle assez bien les effets produits par le *Phytophtora*. Suivant que les rac.-semence étaient plus ou moins atteints, le rendement était presque nul ou des plus médiocres. (Toutes les taches étaient dues au *Pseudocommis*.)

» J'ai comparé ces faits à ceux décrits par les anciens auteurs, et je n'ai pas eu de peine à reconnaître qu'il s'agissait bien là de cette maladie de la Frisolée, dont la cause était inconnue jusqu'ici. Ce n'est, en somme, qu'une des nombreuses formes de la maladie de la brunissure, et c'est bien au *Pseudocommis* qu'il faut l'attribuer.

» Lorsque l'on traite préventivement les tiges feuillées des Pommes de terre par le sulfate de cuivre, pour se mettre à l'abri du *Phytophtora*, s'il en est qui résistent à ce traitement, ce seront probablement celles qui seront malades de la Frisolée ou Brunissure, car le *Pseudocommis*, hospitalisé dans les tissus des tiges et des feuilles, ne pourra que rarement y être atteint.

» On conçoit que, pour se mettre à l'abri de cette maladie, il convient de ne pas se servir de rac.-semence attaqués par ce Champignon muqueux.

» Je ne voudrais pas terminer sans parler d'une autre maladie qui me semble devoir être imputée également au *Pseudocommis*. C'est celle de la Betterave, telle qu'elle a été décrite par Payen, en 1853, et qui se caractérisait par la teinte *rousse briquetée* du faisceau vasculaire de la portion plus ou moins effilée du pivot de son rac. Je crois pouvoir rapprocher ce caractère de celui que m'ont offert les tigelles de mes germinations de Betterave, faites sous cloche humide, dans un sol contaminé par le *Pseudocommis*. Le faisceau vasculaire, obstrué par ce Champignon muqueux, présentait cette même coloration, et les plantules se desséchaient. Ce serait, dans ce cas, une autre forme de la maladie de la Brunissure. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur un gisement de syénite dans le massif du mont Genèvre (Hautes-Alpes)*. Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Michel Lévy.

» Depuis longtemps déjà mon attention avait été attirée par des fragments et des blocs d'une roche granitoïde, de teinte claire, répandus en abondance dans les éboulis qui barrent le torrent de la Cerveyrette près du hameau des Aïttes. Il m'a été possible, dans le courant de l'été dernier, de rencontrer, après quelques recherches, un affleurement de cette roche intéressante et d'y recueillir *in situ* des échantillons que M. Michel Lévy a bien voulu examiner et dans lesquels il a reconnu une *syénite à albite* très feldspathique (aplite à structure grenue).

» Voici dans quelles conditions se présente cette syénite :

» Au sud-ouest de la montagne du Chenaillet et un peu au midi de la région étudiée par MM. Cole et Grygor [1], non loin de la limite occidentale du massif éruptif du mont Genèvre [2], à très peu de distance du col du Gondran, se trouve le petit lac de Saraillet. C'est à quelques mètres au nord-ouest de ce lac qu'un dike d'une roche claire et très peu altérée se montre au milieu des *serpentines* qu'il traverse nettement. Ce dike, d'une largeur de 4^m à 5^m, est visible sur une quinzaine de mètres de longueur et disparaît, au nord comme au sud, sous des amoncellements d'éboulis. Il est formé de *syénite à albite* et entouré de toutes parts par des serpen-

---

(1) Cole et Gregory, *The variolitic Rocks of mount Genèvre*. (*Quart. Journ. of the geol. Society*, t. XLVI, n° 192, p. 295; 1890.)

(2) On sait qu'il n'existe aucun sommet de ce nom. Le terme de *mont Genèvre* s'applique seulement *au col* situé au nord du massif éruptif.

tines qui passent elles-mêmes à des *gabbros* à grandes parties, partiellement saussuritisés, et à des porphyrites variolitiques dont elles représentent probablement les produits d'altération. (Flancs sud-ouest du Chenaillet.)

» J'ai recueilli, à l'est du lac de Saraillet, vers le col de Gimont, une série de roches basiques qui émergent là d'une sorte de manteau discontinu de serpentine et de brèches serpentineuses; M. Michel Lévy a reconnu, dans ces manteaux, des *gabbros*, des *diabases à structure ophitique* et des *porphyrites* variolitiques. Les diabases offrent notamment, près du lac Noir (2241^{m}), un développement considérable et sont limitées à l'Est (sommet de la combe du lac Noir), près du lac du Rose, par une bande de serpentine.

» Au point de vue de l'âge, on peut affirmer que les *roches vertes* (gabbros, ophites, variolites), dites du *mont Genèvre sont postérieures aux calcaires phylliteux du Trias*.

» Il est facile, en effet, de constater, en parcourant la bordure du massif éruptif entre le col de Bouzon, le col de Gimont et le fort du Gondran ([1]), que partout où le contact des roches vertes et des couches sédimentaires est visible, ce sont les calcaires gris, schisteux, veinés de rouge et de vert de l'horizon des *calcaires phylliteux* triasiques (ou les schistes dits *lustrés*, qui leur sont ici nettement mélangés), qui se montrent *traversés et injectés de filonnets serpentineux*. Ce fait est particulièrement observable à peu de distance du lac de Saraillet, dans la petite falaise calcaire (calcaires phylliteux) qui le domine à l'Ouest vers le fort du Gondran.

» Les calcaires phylliteux, décrits pour la première fois par M. Termier dans le massif de la Vanoise et retrouvés depuis par M. Marcel Bertrand et par moi en de très nombreux points des Alpes, de la Tarentaise au col de Larche, se placent avec les schistes ([2]) dits *lustrés* (schistes lustrés inférieurs), qui les remplacent parfois en partie ou en totalité, à la base du Trias moyen [quelquefois ce faciès s'étend à une grande partie du Trias (Galibier)] et sont constamment supérieurs aux quartzites werféniens.

» Des schistes noirâtres également désignés par Ch. Lory sous le nom

---

([1]) L'accès du camp retranché du Gondran, ainsi que la circulation aux environs de Briançon, m'ont été aimablement et très largement facilités par M. le colonel Jourdy, directeur de l'Artillerie, à Briançon, auquel je suis heureux d'exprimer toute ma reconnaissance.

([2]) Je crois qu'il y a, dans les Alpes occidentales, des schistes lustrés de plusieurs âges; cela me semble notamment le cas au sud de Briançon.

de *schistes lustrés*, se montrent, au Gondran, *supérieurs aux précédents* qui les séparent du massif éruptif au sud du lac de Saraillet. Ils rappellent beaucoup le faciès schisteux du Lias.

» Au nord du Gondran, dans le vallon des sources de la Durance, ces schistes noirâtres (schistes lustrés supérieurs) arrivent, il est vrai, au contact des roches vertes, mais on peut se demander, vu l'absence de toute espèce de phénomènes d'injection en ces points, si l'on n'est pas en présence d'un contact mécanique; les calcaires phylliteux et leur équivalent schisteux (schistes lustrés inférieurs) auraient, dans ce cas, disparu par étirement.

» Les roches basiques du mont Genèvre sont, par conséquent, certainement postérieures à la base du Trias moyen; cette conclusion peut, *a fortiori*, s'appliquer à la syénite qui les traverse et qui se rapprocherait alors, *au point de vue de l'âge*, des syénites de Predazzo, dans le Tyrol.

» Ces roches sont-elles venues au jour postérieurement à l'époque triasique ou pendant cette période? Les faits observés dans le massif du mont Genèvre ne permettent pas de répondre à cette question, mais ils n'infirment en aucune façon les conclusions récemment énoncées par MM. Michel Lévy (1), Marcel Bertrand (2), Lugeon (3), etc., et qui ont des tendances à considérer les *roches vertes* des Alpes occidentales comme s'étant épanchées pendant les temps triasiques. »

M. Michel Lévy présente les observations suivantes :

« Les roches du mont Genèvre, recueillies et étudiées par M. Kilian, présentent quelques types pétrographiques curieux : d'abord la syénite du Gondran, roche grenue, aplitique, est presque entièrement composée d'albite très fraîche, impossible à considérer comme secondaire; elle contient, en outre, un peu de sphène, de hornblende vert pâle et de biotite décolorée.

» Au-dessous du Chenaillet, en place, dans les brèches serpentineuses, M. Kilian a trouvé des gabbros plus ou moins saussuritisés, contenant du pyroxène transformé en ouralite, du labrador partiellement épigénisé en

---

(1) Michel Lévy, *Bull. Serv. Carte géol. de France*, n° 27.

(2) Marcel Bertrand, *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXII, p. 125; 1894.

(3) Lugeon, *La région de la Brèche du Chablais* (*Bull. Carte géol. de France*, n° 49; 1896).

albite et en zoïsite, du sphène secondaire associé au fer titané; avec les gabbros se trouvent des porphyrites variolitiques à pyroxène et oligoclase-albite, identiques à celles des Gets et se rattachant par ailleurs aux variolites classiques du mont Genèvre.

» Enfin, près du lac Noir, M. Kilian a découvert, en place, dans le massif variolitique, au sud-est du Chenaillet, des diabases à structure absolument ophitique, à gros grain, encore assez fraîches pour pouvoir être nettement déterminées; chose remarquable, là encore le feldspath est de l'albite, que l'on ne peut considérer comme secondaire.

» Les calcaires phylliteux de la base du trias moyen, que M. Kilian considère comme antérieurs aux roches ci-dessus décrites, ne contiennent que des produits hématiteux, de la chlorite et de la serpentine. »

MÉCANIQUE. — *Expériences faites avec un aéroplane mû par la vapeur.* Note de MM. V. Tatin et Charles Richet, présentée par M. Marey.

« Nous avons pu, avec un appareil du type *aéroplane*, mû par la vapeur, obtenir le résultat suivant, très imparfait encore assurément, mais à certains égards supérieur à ceux qu'on avait obtenus jusqu'à présent : *une machine de* 33^{kg} *abandonnée à l'air libre, et faisant* 140^{m} *en ligne droite, par sa force motrice propre, avec* 18^{m} *de vitesse.*

» Notre appareil se compose essentiellement d'un corps contenant le moteur, de deux ailes fixes, d'environ 8^{mq} de surface, avec une envergure de 6^{m},60, et d'une queue fixe, destinée à corriger les oscillations possibles dans le sens vertical. La carcasse, formée de légères charpentes de sapin, est recouverte de la même soie que les ailes, soie tendue de façon à présenter, par sa forme convexe comme la carène d'un navire, un minimum de résistance à l'air. Toutes les parties sont solidement reliées entre elles par des fils d'acier formant haubans au-dessus et au-dessous des ailes et de la queue, ce qui nous a permis d'avoir ainsi un tout à peu près indéformable. Nous avons calculé les surfaces portantes (dimensions et inclinaisons) d'après les formules de Duchemin; cependant nous avons cru qu'il y avait lieu de se préoccuper du travail supplémentaire nécessaire pour assurer la vitesse de translation de l'appareil, non plus considéré comme une surface aviatrice idéale, mais comme un projectile de forme assez compliquée, et encombré de fils d'acier et autres saillies extérieures, indispensables à sa solidité. Nous avons supposé alors que le travail mécanique effectif à développer devait être approximativement le double du travail théorique mesuré par l'angle d'inclinaison des plans au-dessus de l'horizon, le poids total et la vitesse correspondante. Dans le cas actuel, cette vitesse devait être de 18^{m} (par seconde) pour assurer la sustentation.

» Le moteur était constitué par une petite machine à vapeur, avec foyer, chaudière, et deux hélices, l'une en avant, l'autre en arrière, tournant en sens inverse l'une de l'autre.

» L'ensemble, y compris le charbon et l'eau d'alimentation nécessaires à un trajet de 5000^{m}, pesait 33^{kg}.

» En 1890, à Sainte-Adresse, notre appareil fut placé sur un plan incliné dirigé vers la mer, et dont la pente était telle qu'à la partie inférieure, l'appareil suivait une course horizontale. Nous fîmes courir la machine sur ce plan incliné. Arrivée à l'extrémité, elle avait acquis une vitesse suffisante pour se soutenir dans l'air, et, de fait, dans l'unique expérience que nous pûmes faire, elle se maintint en équilibre parfait pendant 60^{m} à 80^{m}; lorsque, un hauban d'acier s'étant accroché dans une hélice, tout l'appareil fit une chute désastreuse sur les roches du bas de la falaise, et se brisa.

» En 1896, à Carqueiranne, nous avons renouvelé cette expérience avec un appareil refait presque complètement. Les conditions étaient les mêmes à peu près. Pourtant la nouvelle machine était plus solide, de sorte que, sans augmenter le poids total, nous pûmes porter la force motrice de 75^{kgm} à 100^{kgm}.

» Dans une première expérience, il n'y eut pas, comme à Sainte-Adresse, d'accident de construction; mais, au bout de 70^{m} environ, par suite d'un défaut d'équilibre longitudinal, la machine, qui s'était insensiblement, mais graduellement, relevée, au lieu de continuer sa course en ligne horizontale, se releva de plus en plus, et, diminuant sa vitesse, perdit son équilibre. L'appareil tomba dans la mer et put être réparé.

» Dans la seconde expérience (juin 1897), le défaut d'équilibre longitudinal fut corrigé en partie, mais d'une manière insuffisante encore. Au bout de 140^{m} environ de bon parcours, très régulier, l'appareil se releva, perdit son équilibre, revint en arrière et tomba à une distance de 114^{m} de l'extrémité de la piste [1].

» Du fait que l'appareil s'est élevé, on peut déduire cette conclusion, très importante au point de vue de l'avenir de l'aviation, que, dans les conditions où nous nous sommes placés, ce n'est pas la force motrice (par

---

(1) Remarquons que la meilleure expérience de ce genre qui ait été publiée est assurément celle de Langley. Or, dans cette expérience, postérieure à celle que nous avons faite à Sainte-Adresse, le poids de l'appareil était de 11^{kg}, la force d'un cheval-vapeur, et la vitesse de 10^{m} seulement. Il est vrai que la course fut de 900^{m} (mai 1896). Les autres essais faits avec des aéroplanes ont été très imparfaits.

rapport à la vitesse, au poids total et aux surfaces portantes) qui était insuffisante.

» Quant aux défauts qui ont amené la chute prématurée de notre appareil, nous les avions déjà corrigés en partie une première fois; le sens dans lequel ils doivent être encore corrigés est donc tout indiqué, et l'on voit sans peine qu'ils ne sont pas de nature à modifier essentiellement les données qui nous ont servi de base.

» En somme, nous avons pu faire parcourir à un appareil de 33^{kg} une distance de 140^{m} avec une vitesse de 18^{m} par seconde, ce qui nous donne, par cheval-vapeur, 25^{kg} de poids disponible avec une vitesse de 18^{m}. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur certaines perturbations dans le niveau de la mer, observées dans la baie du Brusc.* Extrait d'une lettre de M. **Barthe de Sandfort** à M. Lœwy.

« Depuis le 30 juin, midi, la mer présente, dans la baie du Brusc, entre les îles des Embiers et le cap Nègre, où j'habite, une série de perturbations qui n'ont jamais été observées dans ces parages.

» Il se produit de brusques élévations de niveau, auxquelles succèdent d'aussi brusques abaissements. Ces oscillations ont une durée variable, chaque mouvement ascensionnel dure en moyenne de douze à vingt-cinq minutes, puis l'eau qui atteint ainsi un niveau supérieur aux plus hautes eaux observées jusqu'ici, redescend en un laps à peu près, mais pas toujours égal; les stades maxima et minima durent de trois à six minutes. Les niveaux minima sont très souvent inférieurs aux plus basses eaux observées jusqu'ici.

» Les vents régnant en tempête depuis quelques jours sont toujours de la partie E; mais comme la baie de la Coudourière, à la base du cap Nègre où je recueille ces observations, est exposée au S, la mer est presque plate, ce qui permet de constater que ces oscillations ne s'opèrent pas en vagues, mais par une dénivellation uniforme analogue à ce qui se passe dans le bassin d'une écluse.

» Les hauteurs moyennes de ces oscillations donnent environ $0^{m},025$ ou $0^{m},03$ à la minute, soit en moyenne $0^{m},60$ par ascension et autant par descente de l'ondée, puisque celle-ci dure en moyenne de quinze à vingt-cinq minutes.

» Ce matin, vers 5^{h}, un matelot à mon service affirme avoir assisté à une sorte de

bouillonnement de la mer qui a duré, dit-il, près de quinze minutes (la mer, que le vent pousse de l'E à l'O, aurait présenté des tourbillons et des heurts de petites vagues en tous sens).

» Baromètre : 764^{mm}, baisse de 4^{mm} depuis hier soir. Temps couvert, à grains au large et sur les collines qui sont à 7^{km} d'ici; mais sur notre côte, pas d'orage, pas de pluie, chaleur étouffante, 30° à 8^{h} du matin à l'ombre. Aucun grondement souterrain, ni tonnerre. »

M. Merlateau adresse un projet d'appareil indiquant la vitesse des navires et celle des courants.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juillet 1897.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. 2e série. T. XXI. Juin 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. 7e série. Juillet 1897. T. XI. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé, en 1884, par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. T. XIV. Juin 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Note sur l'Œuvre ichtyologique de C.-A. Lesueur, par M. Léon Vaillant. (Extrait du *Bulletin de la Société philomathique de Paris*, fondée en 1788.) Lille, Le Bigot frères, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie. T. VII, fasc. I, II, et III. Lille, Le Bigot frères; 2 vol. in-4°.

Annales télégraphiques. Mémoires et documents relatifs à la Télégraphie et à l'Électricité. 3e série. T. XXII et XXIII. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1895; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris. 8e série. T. VIII. 1895-1896. Lille, Le Bigot frères; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1897, n° 5. Bruxelles, Hayez; 1 vol. in-8°

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de M. A. Motto, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. T. XXVII, fasc. II. Turin, Hermann Loescher, 1897; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Steenstrup*, Correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Copenhague, le 20 juin 1897.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie approchée du passage d'un régime graduellement varié à un régime rapidement varié ou* vice versa. Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. La longueur des calculs et surtout la complication des résultats seraient des plus rebutantes (¹), si l'on ne se bornait au cas de parois assez

---

(¹) *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 6.

polies, ou d'un coefficient B_0 de frottement extérieur assez faible, pour réduire au premier ordre de petitesse la différence $\varphi - 1$ et aussi, d'après (76), les inégalités relatives de vitesse des filets fluides à l'état de régime varié, où elles sont exprimées par $\varphi + \varpi - 1$. Alors, d'une part, $(\varphi + \varpi)^2$ et $(\varphi + \varpi)^3$ sont très sensiblement $1 + 2(\varphi + \varpi - 1)$ et $1 + 3(\varphi + \varpi - 1)$. Leurs valeurs moyennes ne se distinguent donc plus de 1; ce qui réduit le second membre de (25) à ses trois premiers termes, où, même, les coefficients $2\alpha - 1 - \eta$ et $1 + 2\eta$ deviennent l'unité. D'autre part, les composantes transversales v, w de la vitesse admettent les expressions simples (72), qui donnent, sous une forme symbolique et abrégée, mais évidente, dans laquelle U se comporte comme un facteur constant et η, ζ comme des facteurs indépendants de x et t,

$$(80)\qquad \frac{d(v', w')}{dx} = \left(\frac{d}{dt} + U\frac{d}{dx}\right)^2 \left[\left(\frac{dy_0}{dx} + \eta\frac{da}{dx}\right),\ \left(\frac{dz_0}{dx} + \zeta\frac{dh}{dx}\right)\right].$$

» Le terme complémentaire (79), à joindre au second membre de (25), devient donc

$$(81)\qquad -\frac{1}{g}\left(\frac{d}{dt} + U\frac{d}{dx}\right)^2 \mathfrak{M}\left[a\left(\frac{dy_0}{dx}\eta + \frac{da}{dx}\frac{\eta^2}{2}\right) + h\left(\frac{dz_0}{dx}\zeta + \frac{dh}{dx}\frac{\zeta^2}{2}\right)\right].$$

» Par exemple, dans les deux cas : 1° d'un canal rectangulaire de largeur $2a$ où η varie de -1 à 1 et, ζ, de zéro à 1; 2° d'un tuyau circulaire où $y_0 = z_0 = 0$, $a = h = \frac{1}{2}R$, et où le rapport $\iota = \frac{1}{2}\sqrt{\eta^2 + \zeta^2}$ de la distance r à l'axe au rayon R varie de zéro à 1, ce terme (81) devient respectivement

$$(82)\qquad -\frac{1}{g}\left(\frac{d}{dt} + U\frac{d}{dx}\right)^2 \left[\left(\frac{a}{2}\frac{dy_0}{dx} + \frac{h}{2}\frac{dz_0}{dx} + \frac{a}{6}\frac{da}{dx} + \frac{h}{6}\frac{dh}{dx}\right),\ \frac{R}{4}\frac{dR}{dx}\right].$$

» S'il s'agit, en particulier, d'un canal rectangulaire de largeur constante, y_0 et a sont constants, la dérivée de z_0 en x est l'excédent de la petite pente actuelle I de surface sur la pente constante de l'axe des x; et le terme (82) devient aisément

$$(83)\qquad -\frac{h}{2g}\left(\frac{d}{dt} + U\frac{d}{dx}\right)^2 \left(I + \frac{1}{3}\frac{dh}{dx}\right).$$

» II. Par l'adjonction du terme (81), (82) ou (83) au second membre de l'équation (25) et la réduction de $1 + \eta, \alpha$ à l'unité dans ce second membre, on rendra l'équation (25) applicable à un régime qui *devient* ou qui *cesse d'être rapidement* varié, ou, encore, qui se maintient, sur des longueurs notables, voisin d'un régime graduellement varié; c'est-à-dire, en un mot, à tout régime où les dérivées de σ et U en x ou t sont petites,

mais sans décroître de plus en plus à mesure que leur ordre s'élève. La première formule (70) et les formules (72) employées dans la démonstration ne sont basées, en effet, de même que les transformations opérées ci-dessus, que sur l'hypothèse de la quasi-égalité relative de vitesse des filets fluides et sur la petitesse commune des dérivées de U et σ.

» Dans le cas particulier d'un canal rectangulaire de largeur constante pour lequel a été obtenue l'expression (83), il suffit d'observer que la pente I de surface égale la pente (constante ou variable) i de fond, moins la dérivée de h en x, pour rendre cette expression (83) identique au dernier terme d'une équation (482) donnée pour le même cas dans mon *Essai sur la théorie des eaux courantes* (p. 524). On peut voir aux §§ XX à XXV de cet *Essai* comment l'adjonction du terme dont il s'agit à l'équation du mouvement permet d'étudier l'état permanent d'un cours d'eau, soit aux points où un régime *graduellement* varié se détruit ou s'établit, comme, par exemple, au pied et au sommet des *ressauts* brusques ou ondulés, soit aux endroits où le fond présente des ondulations longitudinales régnant sur toute la largeur, qui se répercutent plus ou moins à la superficie, etc.

» Les formules s'appliquent même sans que le fond ait besoin d'être très poli; car on n'a négligé dans leur établissement que les *carrés* et *produits* des inégalités de vitesse ou d'autres petits facteurs.

» III. Considérons enfin le régime permanent varié, très spécial, qui a été l'occasion de l'étude actuelle, savoir, celui qui se produit dans la partie amont d'un long tuyau rectiligne, après l'épanouissement des filets fluides consécutif à la rapide contraction de l'entrée, et qui sert de transition au régime uniforme existant ensuite sur toute la longueur. Dans cette question, le changement des vitesses u avec l'abscisse x des sections σ n'est plus amené par des variations de σ ou de la vitesse moyenne U, puisque σ et U sont constants; et tous les termes qui prédominaient jusqu'ici dans nos équations, parmi ceux qu'introduit la non-uniformité du régime, s'effacent, pour laisser le premier rôle à d'autres beaucoup plus complexes. Nos démonstrations et nos formules subsistent, il est vrai, sans modification, jusqu'à (25) et (26) inclusivement; mais les seconds membres de celles-ci perdent leurs termes affectés des dérivées de U et de σ, c'est-à-dire justement ceux que la simple connaissance des lois du régime uniforme permettait d'évaluer; et, par exemple, l'équation (25), formule générale du mouvement, devient (vu d'ailleurs la permanence admise)

$$(84) \qquad \mathrm{I} = b\mathrm{U}^2 \frac{\chi}{\sigma} + \frac{\mathrm{U}^2}{g} \frac{d(\alpha - 1 - \eta)}{dx}.$$

» IV. Toutefois, celle-ci n'est pas entièrement suffisante aux faibles distances de l'entrée du tuyau; car, à partir de la formule (15), nous avons supposé petites non seulement, comme la définition même de la graduelle variation du régime nous avait déjà autorisé à le faire, l'accélération longitudinale u', les vitesses transversales v, w et surtout les accélérations correspondantes v', w', mais aussi la différence entre le mode effectif de distribution des vitesses que définit, par exemple, le rapport $\varphi + \varpi$ de u à U, dans la section considérée, et le mode de distribution propre au régime uniforme, exprimé de même par φ. Or la petitesse de u' entraîne bien, d'après le système (10), celle de F_2, mais non, dans la formule (11), celle du terme en F_2, à cause du petit dénominateur $\sqrt{B_0}$ et du numérateur assez grand k figurant dans le coefficient de ce terme. Il est donc possible, en général, que, malgré la graduelle variation de l'écoulement, le rapport de u à u_0 donné par (11) et, par suite, celui, $\varphi + \varpi$, de u à U, s'écartent très notablement de ce qu'ils sont dans le régime uniforme, savoir, de φ pour le dernier rapport et de $\frac{\varphi}{\varphi_0}$ pour le premier, φ_0 désignant la valeur de φ au milieu du fond, là où $u = u_0$. Ainsi, ne regardons plus comme petite la fonction ϖ, ni, par suite, sa valeur ϖ_0 au milieu du fond, valeur qui est

$$(85) \qquad \varpi_0 = \frac{u_0}{U} - \varphi_0 = \frac{u_0}{U} - \sqrt{\frac{b}{B_0 \mathfrak{M} f}}$$

(vu l'égalité $B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f = b U^2$ dans le régime uniforme); et nous aurons, en multipliant (85) par $U\sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}$,

$$(86) \qquad \sqrt{B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f} - \sqrt{b U^2} = \sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}\, U \varpi_0.$$

» La différence des deux premiers termes de (16) sera donc comparable à chacun d'eux, et l'on ne pourra plus, dans (15), négliger devant l'unité le carré du second terme entre crochets; mais on pourra substituer partout à F_1, dans ce terme, d'après la signification même, que définit (8), de F_1, le rapport de $\varphi - \varphi_0$ à $\varphi_0 k \sqrt{B_0}$, ou mieux de $\sqrt{\mathfrak{M} f}(\varphi - \varphi_0)$ à $k\sqrt{b}$.

» La formule (15), multipliée par $u_0\sqrt{b}$, sera identiquement

$$(87) \qquad \sqrt{b U^2} = \sqrt{B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f} - \frac{1}{\sqrt{B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f}} \frac{\sigma}{\chi} \frac{\mathfrak{M}(\varphi u' - u')}{g}.$$

» Celle-ci, comparée à (86), montre que le dernier terme de (87) égale, au signe près, $\sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}\, U \varpi_0$.

» Alors, la relation (87), élevée au carré, donnera, pour tenir lieu de (16),

$$(88)\qquad B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f = b U^2 + 2\frac{\sigma}{\chi}\frac{\mathfrak{M}(\varphi u' - u')}{g} - (B_0 \mathfrak{M} f) U^2 \varpi_0^2.$$

» Au second membre, φ peut d'ailleurs, identiquement, être remplacé par le rapport de $u - U\varpi$ à U et non plus simplement, comme on avait fait dans (16), par celui de u à U; ce qui ajoute à $\mathfrak{M}(2uu')$, qui était la valeur approchée de $2U\mathfrak{M}(\varphi u')$, la correction $2U\mathfrak{M}(-\varpi u')$. A la fin de la formule (17), il faudra donc ajouter l'expression

$$(89)\qquad \frac{2}{g}\frac{\sigma}{\chi}\mathfrak{M}(-\varpi u') - (B_0 \mathfrak{M} f) U^2 \varpi_0^2.$$

» Par suite, cette expression se retrouvera en plus, divisée par le rayon moyen, dans les formules (18), (25) de la pente motrice I.

» V. L'équation (84) du mouvement, ainsi complétée, devient

$$(90)\quad I = bU^2\frac{\chi}{\sigma} + \frac{U^2}{g}\frac{d(\alpha - 1 - \eta)}{dx} + \frac{2}{g}\mathfrak{M}(-\varpi u') - (B_0 \mathfrak{M} f)\frac{\chi}{\sigma}U^2\varpi_0^2.$$

» La *hauteur motrice* totale $\int I\,dx$ dépensée entre deux sections, abaissement, entre elles, tant de l'axe hydraulique que de la pression sur cet axe (mesurée en hauteur du fluide), comprend donc quatre parties : 1° celle qui provient du terme en b ou qu'absorbe le frottement ordinaire de régime uniforme; 2° une autre, positive comme la précédente et également notable, $\frac{U^2}{g}\int d(\alpha - 1 - \eta)$ ou sensiblement $2\frac{U^2}{g}\int d\eta$ (vu $\alpha = 1 + 3\eta$ à peu près), employée à accroître les inégalités de vitesse des filets fluides et simplement proportionnelle à l'augmentation du coefficient $\alpha - 1 - \eta$ entre les deux sections considérées; 3° et 4°, enfin, deux petites parties,

$$(91)\qquad \frac{2}{g}\int \mathfrak{M}(-\varpi u')\,dx, \qquad -(B_0 \mathfrak{M} f)\frac{\chi}{\sigma}U^2\int \varpi_0^2\,dx,$$

du second ordre de petitesse comme les produits $-\varpi u'$, ϖ_0^2, sauf sur une faible longueur près de l'entrée, où la fonction ϖ est comparable à $\varphi - 1$, l'inégalité des vitesses n'y étant encore qu'ébauchée. La dernière (91) est évidemment négative, comme $-\varpi_0^2$. Quant à la précédente, elle est positive. En effet, d'une part, les filets périphériques, d'abord trop rapides, ou pour lesquels ϖ est positif, se ralentissent et ont leur accélération u' négative, tandis que, d'autre part, les filets voisins de l'axe et pour lesquels ϖ est négatif, s'accélèrent : le produit $-\varpi u'$ est donc positif dans presque toute la section et a sa valeur moyenne positive.

» Si, pour prendre le cas le plus simple, on suppose l'entrée du tuyau assez bien évasée pour que les filets fluides soient sensiblement parallèles dès l'origine de sa partie prismatique ou cylindrique, la formule de D. Bernoulli leur atttribuera à cet endroit, comme on sait, la vitesse commune, U, *due* à la hauteur motrice dès lors dépensée à partir des points du réservoir d'admission où le fluide est en repos. On y aura donc $\alpha - 1 - \eta = 0$. Et, par suite, *la hauteur motrice totale dépensée*, depuis le réservoir jusqu'aux points où régnera le régime uniforme, *pour établir ce régime*, ou en sus de ce qu'y absorbera le frottement ordinaire de régime uniforme, sera

$$(92)\quad \frac{U^2}{g}\left[\frac{1}{2}+(\alpha-1-\eta)+\frac{2}{U^2}\int_0^\infty \mathfrak{M}(-\varpi u')\,dx - g\mathrm{B}_0(\mathfrak{M}f)\frac{\chi}{\sigma}\int_0^\infty \varpi_0^2\,dx\right].$$

» Les coefficients $1+\eta$, α y désignent les valeurs moyennes de φ^2 et φ^3; autrement dit, ils se rapportent à la limite supérieure des intégrations, ou aux sections σ dans lesquelles le régime uniforme existe. L'abscisse x de celles-ci, comptée à partir de l'origine du tuyau prismatique ou cylindrique, peut d'ailleurs être supposée infinie, les fonctions sous le signe $\int$ de (92) y tendant asymptotiquement et assez rapidement vers zéro.

» VI. Abstraction faite des éléments les plus voisins de la limite $x=0$, d'une somme probablement insignifiante, les deux intégrales que contient l'expression (92) s'évalueront, avec une assez faible erreur *relative*, en supposant la fonction ϖ de l'ordre des petites quantités dont nous négligeons habituellement les produits. C'est donc dans cette hypothèse simplificatrice qu'il nous reste à déterminer ϖ, ou, ce qui revient au même, F_2.

» Nous aurons pour cela le système (10) d'équations, dans lequel u' sera donné par la formule (40), évidemment réduite à

$$(93)\quad u'=U\left(v\frac{d\varphi}{dy}+w\frac{d\varphi}{dz}\right)+U^2\varphi\frac{d\varpi}{dx}=U^2\left(\frac{v}{aU}\frac{d\varphi}{d\eta}+\frac{w}{hU}\frac{d\varphi}{d\zeta}+\varphi\frac{d\varpi}{dx}\right).$$

» D'ailleurs, d'après (46), où y_0, z_0, a, h seront constants et la valeur (52) de $\varkappa$ nulle, les vitesses transversales v, w auront simplement λ et μ pour quotients par aU et hU, avec λ, μ régis par l'équation indéfinie (53) et la condition au contour (49), sans compter la condition d'intégrabilité (1).

» Bornons-nous aux deux cas de la section rectangulaire très large, de hauteur $2h$, et de la section circulaire de rayon R, où nous savons que, par raison de symétrie, v, w ou λ, μ, fonctions *impaires* de y, z, sont les deux dérivées en y, z ou en η, ζ, d'une même fonction *paire*, soit de ζ, soit de η et ζ par l'intermédiaire du rapport, r, au rayon $R=2a=2h$, de la

distance $r = \sqrt{y^2 + z^2}$ à l'axe : ce qui rend identique la vérification de la condition (1) d'intégrabilité.

» Nous introduirons comme inconnue auxiliaire une fonction ω de ζ ou τ, et de x, dont la dérivée en x soit justement cette fonction qui a λ et μ pour dérivées respectives en η et ζ. Autrement dit, nous poserons

$$(94)\qquad \lambda = \frac{d^2\omega}{dx\,d\eta}, \qquad \mu = \frac{d^2\omega}{dx\,d\zeta}.$$

ω comprendra ainsi une fonction arbitraire de η et ζ. Nous en disposerons de manière que, sur une première section σ, celle qui aura, par exemple, l'abscisse $x = 0$, et où la valeur de ϖ, évidemment paire en η, ζ, sera directement donnée, l'on ait

$$(95)\ \Delta_2\omega + \varpi = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2\omega}{d\eta^2} + \frac{d^2\omega}{d\zeta^2} = -\varpi, \quad \text{avec} \quad \frac{d\omega}{d\nu} = 0\ (\text{sur le contour}).$$

» Alors, vu les expressions (94) de λ et μ, l'équation indéfinie (53) et la condition (49) deviendront respectivement $\frac{d}{dx}(\Delta_2\omega + \varpi) = 0$, $\frac{d}{dx}\left(\frac{d\omega}{d\nu}\right) = 0$. Donc, les équations (95) seront vérifiées pour toutes les valeurs de x, c'est-à-dire sur toutes les sections σ. On voit que, si l'on connaissait sur l'une d'elles quelconque la fonction paire ϖ de η et de ζ, ces équations (95) y détermineraient, à une constante arbitraire près $f(x)$, la fonction ω, également paire en η, ζ. La partie $f(x)$ de ω, évidemment étrangère aux relations (94), (95) de ω avec nos vraies inconnues λ, μ, ϖ, reste indéterminée.

» Enfin, l'expression (93) de u', en en éliminant, par (95) et (94), ϖ et les rapports λ, μ de v, w à aU, hU, puis observant que φ ne dépend pas de x, et substituant enfin à φ sa valeur tirée de (51), deviendra

$$(96)\ \begin{cases} u' = U^2 \dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{d\varphi}{d\eta}\dfrac{d\omega}{d\eta} + \dfrac{d\varphi}{d\zeta}\dfrac{d\omega}{d\zeta} - \varphi\Delta_2\omega\right) \\ \quad = -\dfrac{k\sqrt{B_0}U^2}{1 + k\sqrt{B_0}\mathfrak{M}F_1}\dfrac{d}{dx}\left[\left(\dfrac{1}{k\sqrt{B_0}} + F_1\right)\Delta_2\omega - \dfrac{dF_1}{d\eta}\dfrac{d\omega}{d\eta} - \dfrac{dF_1}{d\zeta}\dfrac{d\omega}{d\zeta}\right]. \text{ »} \end{cases}$$

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi des sels cuivriques pour préparer le dosage de divers éléments dans les fontes et les aciers.* Note de MM. **Ad. Carnot** et **Goutal**.

« I. *Dosage du carbone.* — Depuis que Berzélius a recommandé l'emploi du chlorure cuivrique neutre et froid, comme dissolvant de la fonte,

en vue de déterminer le carbone qu'il laisse insoluble, cette méthode a été modifiée par différents auteurs, principalement dans le but de rendre l'attaque plus rapide.

» On emploie généralement, aujourd'hui, à l'exemple de Blair et Dudley, une solution tiède de chlorure double de cuivre et de potassium contenant environ 25 pour 100 de ce sel et 10 pour 100 d'acide chlorhydrique ([1]). La durée de l'attaque varie avec le volume des grains métalliques, la température et l'agitation de la solution. Avec des fragments très petits (passés au tamis n° 80) et par une agitation mécanique continuelle, on peut obtenir la dissolution en trois quarts d'heure, à la température de 60°. Avec des grains volumineux, surtout si l'agitation est insuffisamment renouvelée, l'attaque exige de six à quinze heures; veut-on l'activer autrement que par l'agitation, c'est-à-dire en exagérant la proportion d'acide ou la température, on s'expose à des pertes sensibles en carbone, qui s'échappe sous forme de composés sulfurés ou hydrocarbonés.

» Le nouveau dispositif, qui va être décrit, permet de diminuer beaucoup la durée de l'opération, sans entraîner aucune perte.

» L'attaque se fait dans une fiole de verre conique, de 300^{cc} de capacité et de 12^{cm} de diamètre à la base. Cette fiole contient un disque perforé de 11^{cm} de diamètre, formé d'une feuille de platine, que l'on a enroulée sur elle-même en forme de cylindre pour l'introduire par le col et que l'on a ensuite aplanie à l'aide d'un agitateur.

» La prise d'essai peut varier entre 2^{gr} et 5^{gr}, suivant qu'il s'agit d'une fonte ou d'un acier, que l'on a réduit soit en morceaux grossiers, soit en copeaux. On emploie, par gramme de métal, 50^{cc} d'une solution à 30 pour 100 de chlorure double et l'on ajoute quatre à cinq gouttes d'acide chlorhydrique. La solution cuivrique ayant été seule introduite au début dans la fiole, on ferme celle-ci au moyen d'un bouchon de caoutchouc muni de deux trous, qui sont traversés, le premier par un tube plongeant jusqu'au fond de la fiole et amenant un courant d'acide carbonique purifié, le second par un tube de dégagement.

» Pour simplifier l'installation de plusieurs essais simultanés, on peut disposer à la suite les unes des autres un certain nombre de fioles semblables, réunies entre elles comme des flacons laveurs, traversées ainsi par un seul et même courant d'acide carbonique et placées sur un bain de sable ou de cailloux.

» La liqueur cuivrique ayant été portée quelques secondes à l'ébullition, on laisse refroidir à 60° et l'on introduit les fragments métalliques pesés; on rétablit le courant et l'on élève la température aux environs de 90°-95°.

» L'attaque, dans ces conditions, se fait très rapidement et sans aucune perte ap-

---

([1]) Voir Ad. Carnot, *Méthodes d'analyse des fontes, des fers et des aciers* (*Annales des Mines*), 2e sem. 1895.

préciable de carbone. Des copeaux fins sont dissous en vingt minutes, des fragments de $0^{gr},500$ à $0^{gr},800$ en une heure, de gros morceaux de 5^{gr} en une heure et demie.

» Le courant d'acide carbonique a le double avantage de maintenir constamment le liquide en agitation, ce qui hâte beaucoup l'attaque, et de créer dans la fiole une atmosphère non oxydante, grâce à laquelle on évite le dépôt d'hydrate ferrique, qui se produit toujours au contact de l'air, lorsque la solution est très faiblement acide. Enfin, le disque de platine, agissant comme élément de pile, facilite beaucoup l'attaque du métal qu'il touche.

» Lorsque le cuivre précipité a été complètement redissous, on recueille sur un filtre d'amiante le carbone resté insoluble, on le lave avec du chlorure double étendu et acide et l'on termine par de l'eau bouillante. On essore vigoureusement à la trompe et l'on brûle finalement dans un courant d'oxygène, sans dessiccation préalable, car l'expérience a montré que la dessiccation occasionne une perte parfois sensible. L'acide carbonique produit par la combustion est retenu dans un tube d'absorption exactement taré.

» Cette nouvelle méthode de dosage du carbone, soumise à des essais de contrôle très rigoureux, a fourni des résultats absolument comparables à ceux de la méthode ordinairement employée, et cela dans un temps beaucoup plus court; le dosage du carbone total peut être exécuté d'une façon très exacte en une heure et demie.

» II. *Dosage du soufre*. — La méthode consistant à dissoudre le fer, pour doser le soufre dans le résidu, a déjà, depuis longtemps, été recommandée par Gintl, qui employait le perchlorure de fer acide (1), par Meineke, qui lui substitua le bichlorure de cuivre avec chlorure de sodium (2); elle a été reprise plus récemment par quelques auteurs, qui ont cherché à accélérer l'attaque en chauffant et acidifiant la liqueur.

» On arrive plus rapidement et plus sûrement à des résultats exacts en employant le même dispositif que pour le carbone.

» Après attaque par la solution de chlorure cupripotassique très faiblement acidifiée, chaude, constamment remuée et préservée de l'oxydation par un courant lent d'acide carbonique et en présence d'une feuille de platine, le soufre se trouve tout entier dans le résidu insoluble. Nous avons observé qu'il peut être en partie à l'état de sulfure de fer, mais surtout, en général, à l'état de sulfure de cuivre, provenant de la transformation du sulfure de manganèse par le sel cuivrique.

» Lorsque le résidu insoluble a été isolé sur un filtre d'amiante et lavé, comme précédemment, on le traite par un mélange formé de 5^{cc} d'acide chlorhydrique, 15^{cc} d'eau, 1^{cc} de brome. On laisse quelque temps à froid, puis on élève lentement la température et l'on chauffe à l'ébullition pour chasser le brome. On neutralise la solution filtrée

(1) *Zeitschrift für analytische Chemie*, t. VII, p. 427.
(2) *Ibid.*, t. X, p. 280.

par l'ammoniaque pure; on revient en arrière par quelques gouttes d'acide chlorhydrique et l'on précipite à l'ébullition par le chlorure de baryum. Le précipité ne contient, en général, que des traces insensibles de silice et peut être directement pesé après lavage et calcination. La purification, si on la jugeait utile, se ferait aisément par addition de quelques gouttes d'acide fluorhydrique ou de quelques grains de fluorure d'ammonium et évaporation avec quelques gouttes d'acide sulfurique.

» Cette méthode fournit, pour les teneurs moyennes, un dosage du soufre aussi bon que la méthode d'oxydation *directe* (Arnold) ou la méthode dite *d'évolution* (Rollet-Campredon); mais, tandis que la première exige environ deux journées, elle ne demande que trois heures; il est vrai que la méthode d'évolution est plus rapide encore, parce qu'elle remplace la pesée par une évaluation volumétrique, mais elle nécessite une installation compliquée, difficile à réaliser en dehors des laboratoires spécialement consacrés à ce genre de travaux. La méthode que nous présentons est, d'ailleurs, spécialement avantageuse pour l'appréciation des faibles teneurs en soufre, qui échappent à la méthode d'évolution, et pour le cas des aciers au tungstène, au titane, au cuivre et au nickel, où la méthode d'évolution ne donne pas la totalité du soufre.

» III. *Dosage du phosphore.* — L'emploi de la solution de chlorure double de cuivre et de potassium, dans un état de neutralité parfaite, permet de laisser la totalité du phosphore dans le résidu insoluble à l'état de phosphure de fer. Notre procédé ne diffère pas, en principe, de celui de Gintl et surtout de Meineke; mais l'emploi de notre dispositif permet d'obtenir une attaque rapide, sans emploi d'acide et sans dépôt d'hydrate ferrique. On peut, à l'exemple de ces auteurs, effectuer le dosage du phosphore après celui du soufre, sur le résidu d'une seule et même opération.

» Pour le dosage spécial du phosphore, nous conseillons d'opérer de la manière suivante :

» Traiter le résidu, après lavage, par l'acide azotique et le brome, filtrer, porter à l'ébullition avec quelques décigrammes d'acide chromique pour détruire les composés carburés, saturer par l'ammoniaque et revenir en arrière par quelques gouttes d'acide azotique, enfin précipiter par 50^{cc} de liqueur nitromolybdique à la température de 45° environ. De nombreux essais nous ont montré que, dans ces conditions, à température très modérée et en présence de très peu de fer, le précipité de phosphomolybdate a sa composition normale); il peut être recueilli directement sur un filtre taré, lavé à l'eau azotique au centième, essoré à la trompe, séché à 100° et pesé. La silice se trouve éliminée, sans que l'on ait besoin d'une évaporation à sec; l'arsenic, s'il y en avait dans le métal, passe entièrement en dissolution dans le sel cuivrique, ce qui peut même fournir un moyen exact de séparation de l'arsenic et du phosphore.

» IV. *Dosage du chrome.* — Le chrome des aciers chromés reste complètement insoluble, quand on fait l'attaque dans les conditions précédemment indiquées, pourvu que l'on emploie une dissolution cuivrique absolument neutre. On pourra ensuite attaquer le résidu lavé et calciné par du peroxyde de sodium (méthodes Clarck, Saniter, Benazet), reprendre par l'eau la masse fondue, faire bouillir, puis doser l'acide chromique par l'eau oxygénée ou le sel de Mohr.

» L'ensemble des opérations demande de deux à trois heures environ. Cette méthode est particulièrement avantageuse dans le cas des aciers, dont la faible teneur en chrome rend difficile l'attaque directe par le peroxyde de sodium.

» V. *Dosage du tungstène et du titane.* — Le tungstène et le titane restent également dans la partie laissée insoluble par le chlorure cuivrique, lors même que celui-ci serait sensiblement acide.

» Ils y sont à l'état de composés oxydés, si la teneur est faible; à l'état métallique, en grande partie, dans le cas de teneurs élevées.

» Il suffit d'attaquer le résidu calciné, débarrassé de silice par l'acide fluorhydrique, à l'aide d'un mélange d'azotate et de carbonate de potassium, dans les proportions de 8 et 2 parties, comme l'a indiqué M. Defacqz (1), puis de reprendre par l'eau; l'acide tungstique, entièrement dissous, est alors précipité sous forme de tungstate mercureux, qu'on lave bien et calcine en atmosphère oxydante pour peser l'acide tungstique pur. L'acide titanique, resté insoluble, est fondu avec du bisulfate de potassium. La solution aqueuse, contenant du sulfate ferrique, est réduite par l'acide sulfureux, puis additionnée d'acétate de sodium et portée à l'ébullition; l'acide titanique précipité est recueilli, calciné et pesé.

» Quand les précipités sont très faibles et que l'on peut hésiter sur leur véritable nature, on peut les caractériser par la méthode qui a été donnée par M. Lucien Lévy pour l'acide titanique (2) et par M. Defacqz pour l'acide tungstique (3). On traite le précipité calciné et pesé par un grain de bisulfate et 8 à 10 gouttes d'acide sulfurique, on chauffe doucement jusqu'aux vapeurs sulfuriques; après refroidissement, on ajoute un cristal d'hydroquinone et on voit alors se produire une teinte rouge cramoisi avec l'acide titanique et violet améthyste avec l'acide tungstique.

» En traitant directement par l'ammoniaque concentrée et chaude la partie laissée insoluble par le chlorure cuivrique, puis évaporant cette solution, on peut retrouver dans le résidu des traces d'acide tungstique, qu'aucune autre méthode n'aurait permis de déceler. Ce résidu étant, en général, souillé par un peu de silice et d'oxyde de fer, on le chauffe avec un grain de bisulfate et 8 gouttes d'acide sulfurique; après refroi-

---

(1) *Comptes rendus*, 16 novembre 1896, p. 823.

(2) *Ibid.*, 3 août 1896, p. 309.

(3) *Ibid.*, 29 novembre 1886.

dissement, on ajoute un peu d'hydroquinone, et, en remuant avec l'agitateur, on voit apparaître une teinte violet améthyste très intense, qui marque la présence de simples traces d'acide tungstique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Hellriegel*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. Gayon obtient	32 suffrages,
M. Michel Perret	2
M. Galtier	1

Il y a un bulletin blanc.

M. **Gayon**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Traitement du psoriasis par les injections d'*orchitine. Note de M. **F. Bouffé**, présentée par M. Guyon. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Potain.)

« *Conclusions.* — 1° L'orchitine, en injections intra-musculaires, à la dose de 10^{cc} à 20^{cc}, tous les deux jours, est le moyen de choix contre le psoriasis.

» 2° L'action de l'orchitine, tonique sédatif par excellence des centres nerveux, s'exerce directement, d'une façon élective sur les manifestations du psoriasis, qu'il combat avec le plus grand succès et fait disparaître en trois ou quatre mois d'injections environ.

» 3° Les malades traités par l'orchitine d'abord et les sels de mercure ensuite, suivant les indications, voient leur affection disparaître sans crainte de récidive. »

M. **J.-J. Andeer** adresse une nouvelle Note intitulée : « Recherches sur les ostioles ».

(Commissaires : MM. Edwards, Guyon, Duclaux.)

CORRESPONDANCE.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie du second Volume de la deuxième édition de son *Cours d'exploitation des mines*.

Cet Ouvrage a été revisé avec la collaboration de M. l'Ingénieur des Mines Maxime Pellé et a reçu des développements considérables, tout particulièrement en ce qui concerne le grisou.

GÉODÉSIE. — *Sur l'état actuel des travaux géodésiques au Turkestan russe.* Note de M. **Venukoff**.

« Le 54e Volume des « Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général russe », que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, contient une œuvre fondamentale pour la géographie de l'Asie centrale : c'est le *Catalogue des positions géographiques déterminées par les astronomes et les géodésiens russes dans les limites de la circonscription militaire du Turkestan*. Ce Catalogue, composé par le lieutenant-colonel Zaliessky, montre que nous avons actuellement, dans quatre provinces qui forment le Turkestan russe et dans le khanat de Boukhara, 421 points dont la position géographique est solidement établie, à savoir :

Dans la province de Ferghana	160
— de Samarkand	37
— de Syr-daria	138
— Transcaspienne (1)	10
Dans le khanat de Boukhara	76

» Le terrain de la partie orientale du Turkestan russe étant très accidenté, on a cherché à étudier l'*influence des masses de montagnes sur la direction du pendule*, ce qui a été fait par M. Pomérantzeff, sur la base des travaux de Goultiaeff, de Zaliessky et d'autres. En somme, la déviation a été déterminée en 22 points, qui se trouvent au sud et au nord de la vallée de la Syr-daria. C'est ce qui a permis à M. Pomérantzeff d'accomplir une

(1) Le long du chemin de fer transcaspien, sans compter plusieurs autres, en dehors de cette voie.

recherche spéciale sur la forme du géoïde local. Deux cartes, qui accompagnent cette étude, montrent les lignes d'égale déviation sur la surface du sphéroïde et du géoïde.

» Les séries de points astronomiques servent naturellement de bases pour *les réseaux trigonométriques* qui s'étendent surtout dans les vallées de la Syr-daria et du Zérafchan. C'est ici la sphère d'activité du lieutenant-colonel Pariisky, qui a déjà réussi, en 1893, à mesurer une base de contrôle, d'une longueur de 3400^m, près du village Vyssokoé, dans la province de Syr-daria.

» Deux sortes de *levers topographiques* sont appuyés sur le réseau trigonométrique : 1° à l'échelle de $\frac{1}{21000}$ pour les parties du pays arrosées de canaux et cultivées; 2° aux échelles moindres pour les montagnes stériles. Ces travaux sont souvent accompagnés du nivellement. Le Catalogue de M. Zaliessky contient plusieurs résultats de ce nivellement.

» Les *travaux cartographiques*, basés sur les matériaux précédemment nommés, ne sont pas encore nombreux. Cependant, les cartographes de Tachkent ont déjà publié : 1° la carte générale du Turkestan russe, à l'échelle de $\frac{1}{1680000}$; 2° la carte des sources de l'Amou-daria (du Pamir), au $\frac{1}{1260000}$, et plusieurs autres. Celle qui accompagne le Mémoire de M. Pomérantzeff est même à l'échelle de $\frac{1}{420000}$. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de d'Arrest faites à l'observatoire de Toulouse (grand télescope Gautier et équatorial Brunner de* $0^m,25$); par M. F. **Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1897.	Instr.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparais.
				m s		
Juillet 5..	T	*a* 362 BD	8,8	+ 0.16,45	−14.51,2	12:20
6..	E	*b* 371 BD	9,2	− 0.29,16	+ 8.44,9	14:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1897.	⋆	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Juill. 5...	*a*	2.20.31,69	1,96	+ 6°.43′.50″,0	+15″,7	Weisse₁ 295.
6...	*b*	2.23.32,12	1,97	+ 6.21.13,6	+15,9	Weisse₁ 349.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1897.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Juillet 5......	14.16.27	2.20.50,10	$\bar{1},622_n$	+6°.29'.14",5	0,768
6......	14.13,35	2.23. 4,93	$\bar{1},623_n$	+6.30.14,4	0,769

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de d'Arrest, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318, *par MM.* **Rambaud** *et* **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1897.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s			
Juillet 3.........	a	9,2	+0.19,78	+12'.50",9	12: 8	S
3.........	a	9,2	+0.22,61	+13. 4,1	12: 8	R
4.........	a	9,2	+3. 5,12	+14.53,1	12: 8	S
4.........	a	9,2	+3. 8,11	+14.48,9	12: 8	R

Positions de l'étoile de comparaison.

Dates 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
Juill. 3..	a	2.14.23,11	+1,93	+ 6°.11'.58",2	+15",7	[Weisse₁ n° 178 + Schjell. n° 668] ½.
4..	a	»	+1,96	»	+15,8	»

Positions apparentes de la comète.

Dates 1897.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Juill. 3..	15. 2.42,3	2.14.44,82	$\bar{1},637$	+ 6°.25'.04",8	0,691
3..	15.23.48	2.14.47,65	$\bar{1},617$	+ 6.25.18,0	0,685
4..	14.28.02	2.17.30,19	$\bar{1},661$	+ 6.27.07,1	0,701
4..	14.53.35	2.17.33,18	$\bar{1},644$	+ 6.27.02,9	0,702

» Le crépuscule ne permettant pas d'attendre que la comète soit suffisamment haute, les observations sont difficiles, l'astre paraît très faible; cependant on distingue par instants une condensation; le diamètre de la nébulosité est d'environ une minute d'arc. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires appartenant à une même classe de Riemann.* Note de M. **F. Marotte**, présentée par M. Emile Picard.

« Considérons une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels

$$(1) \qquad \frac{d^n y}{dx^n} + p_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_n y = 0.$$

Toutes les équations que l'on obtient en faisant les transformations

$$(2) \qquad Y = A_0 y + A_1 \frac{dy}{dx} + \ldots + A_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}},$$

où les fonctions $A_0, A_1, \ldots, A_{n-1}$ sont des fonctions rationnelles de x, sont dites appartenir à une même classe de Riemann (voir Riemann, *Zwei allgemeine Sätze*...).

» I. Il est bien clair que le problème de l'intégration est du même ordre de difficulté pour toutes les équations d'une même classe. D'une façon plus précise, M. Schlesinger a démontré que :

» *Le groupe de transformations défini par M. Picard est le même pour toutes les équations d'une classe.*

» Avant de connaître les travaux de M. Schlesinger, j'avais obtenu le même résultat en remarquant que la résolvante d'ordre n^2 qui a servi de base aux démonstrations de M. Picard (voir *Traité d'Analyse*, t. III) est la même pour toutes les équations d'une classe.

» Mais on peut déduire de ce fait d'autres conséquences.

» J'ai montré (*Comptes rendus*, 23 novembre 1896) que, à chaque point singulier a d'une équation linéaire, est attaché un groupe linéaire algébrique g_a, dont les invariants différentiels sont méromorphes au voisinage du point a. Une démonstration toute semblable à celle du théorème ci-dessus conduit au résultat suivant :

» *Le groupe de méromorphie relatif à un point singulier a est le même pour toutes les équations d'une classe.*

» Ce théorème comprend toute une série de remarques qui ont été faites depuis longtemps. C'est ainsi que, au voisinage du point a, les nombres des intégrales méromorphes, des intégrales qui restent régu-

lières, des intégrales normales, etc., sont les mêmes pour toutes les équations de la classe.

» II. Les groupes en question constituent donc des éléments invariants de l'équation différentielle par rapport à toutes les transformations (2); j'ai cherché à obtenir d'autres invariants.

» M. Thomé a montré que, si a est un point singulier, on peut, en général, trouver n expressions de la forme

$$(3)\qquad e^{P_i\left(\frac{1}{x-a}\right)}(x-a)^{\rho_i}[A_0^i + A_1^i(x-a)+\ldots],\qquad (i=1, 2, \ldots, n),$$

P_i étant un polynome en $\frac{1}{x-a}$ et ρ_i une constante, qui satisfont formellement à l'équation différentielle. Ces *séries normales* ne sont pas convergentes en général, mais on peut cependant démontrer le théorème suivant :

» *Les polynomes* P_i *restent les mêmes pour toutes les équations d'une classe de Riemann et les exposants* ρ_i *ne varient que d'un nombre entier.*

» En effet, imaginons que l'on effectue sur l'équation (1) une transformation (2) déterminée : on peut calculer *algébriquement* les polynomes P et les exposants ρ pour les deux équations. Mais, dans le cas où les séries normales sont convergentes, le théorème énoncé est évident et le calcul supposé fait en doit constater l'exactitude; il est donc vrai dans tous les cas, car l'hypothèse de la convergence n'intervient jamais dans la recherche des polynomes P et des exposants ρ.

» On peut démontrer, de la même façon, un théorème analogue relatif aux cas où les développements (3) contiennent des logarithmes ou sont les séries anormales de M. Fabry.

» Nous avons ainsi obtenu des fonctions algébriques des coefficients d'une équation linéaire, qui restent invariantes par rapport à toutes les transformations (2) et qui donnent autant de conditions nécessaires pour que deux équations appartiennent à la même classe.

» Ces conditions ne sont pas suffisantes; il en sera de même encore si l'on ajoute que les équations doivent avoir même groupe de monodromie. *En s'appuyant sur les théorèmes de M. Poincaré relatifs à la représentation asymptotique des intégrales d'une équation linéaire par les séries normales* (*Acta mathematica*, t. VIII), *on peut énoncer des conditions nécessaires et suffisantes.*

» III. Les conditions ainsi obtenues ne se prêtant pas au calcul effectif, le théorème suivant ne sera pas sans intérêt.

» *On peut, par un nombre fini d'opérations, reconnaître si deux équations données quelconques appartiennent à la même classe de Riemann.*

» Considérons, en effet, le système d'équations

$$Y_i = A_0 y_i + \ldots + A_{n-1} \frac{d^{n-1} y_i}{dx^{n-1}} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» On en déduit

$$A_{n-1} = u_1 Y_1 + \ldots + u_n Y_n,$$

les fonctions $u_1, \ldots, u_n$ formant un système fondamental de l'adjointe de Lagrange relative à l'équation (1).

» La fonction A_{n-1} vérifie donc une équation linéaire à coefficients rationnels d'ordre n^2 qui est facile à former. Nous aurons à en rechercher les solutions rationnelles.

» La fonction A_{n-1} étant ainsi calculée, les fonctions A_k s'en déduisent par des formules telles que

$$A_k = C_0^k A_{n-1} + C_1^k \frac{dA_{n-1}}{dx} + \ldots + C_{n^2-1}^k \frac{d^{n^2-1} A_{n-1}}{dx^{n^2-1}},$$

où les C sont des fonctions rationnelles.

» Toutes les fonctions A étant calculées, il suffit de vérifier si la transformation (2) ainsi obtenue fait passer de l'équation en y à l'équation en Y. »

MAGNÉTISME. — Magnétarium *destiné à reproduire les phénomènes du magnétisme terrestre et les changements séculaires des composantes horizontales et verticales.* Note de M. WILDE, présentée par M. Laussedat.

« L'instrument se compose de deux globes géographiques, dont l'un tourne à l'intérieur de l'autre. Un fil de cuivre isolé est enroulé autour du globe intérieur, dont l'axe fait un angle de 23°,5 avec l'axe du globe extérieur, de sorte que son équateur tourne dans le plan de l'écliptique. La surface intérieure du globe terrestre est également garnie par enroulement d'un fil isolé, et les surfaces des mers sont doublées d'une mince feuille de fer pour déterminer une différence entre le magnétisme des régions terrestres et maritimes. Les axes sont munis d'anneaux isolés qui tournent avec eux; des balais de cuivre, en contact avec ces anneaux, servent à faire passer des courants électriques autour des surfaces des globes. Au moyen d'un train épicycloïdal de roues dentées, on donne un lent mouvement différentiel au globe intérieur, grâce auquel les principaux phéno-

mènes du magnétisme terrestre, et les variations séculaires de la déclinaison et de l'inclinaison, qui ont eu lieu pendant les trois derniers siècles à Londres, au Cap de Bonne-Espérance, à Sainte-Hélène et à l'île de l'Ascension, sont exactement reproduits. La période de temps qui correspond à une différence d'une révolution dans les rotations des deux sphères est de 960 ans, et le retard annuel de la sphère électrodynamique de 22',5. Cette période comprend toutes les variations séculaires des éléments magnétiques sur les différentes parties de la surface terrestre.

» L'appareil reproduit également :

» 1° L'inégalité des périodes de déclinaison sur les mêmes méridiens dans les hémisphères nord et sud, telles qu'elles ont été observées pendant la courte période d'élongation occidentale à Londres (160 ans) et la longue période d'élongation occidentale au Cap de Bonne-Espérance (272 ans) et à Sainte-Hélène (256 ans);

» 2° Le simple déplacement, dans un sens ou dans l'autre, de l'aiguille d'inclinaison, pour la double marche, aller et retour, de l'aiguille de déclinaison, tel qu'il a été observé dans la diminution continue de l'inclinaison pour les Iles Britanniques pendant la marche de l'aiguille de déclinaison vers l'ouest et son retour depuis l'année 1723;

» 3° Les changements de l'inclinaison en sens opposés sur le même méridien dans les hémisphères nord et sud, tels qu'ils ont été observés pour l'inclinaison qui diminue dans les Iles Britanniques et qui augmente au Cap de Bonne-Espérance, à Sainte-Hélène et à l'île de l'Ascension pendant la période actuelle;

» 4° L'augmentation rapide de l'inclinaison dans les environs du nœud atlantique de l'équateur magnétique (dix-sept minutes par an), telle qu'elle a été observée en premier lieu par Sabine au Golfe de Guinée et à Sainte-Hélène, ainsi que la progression occidentale de ce nœud lui-même. »

OPTIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière par les cristaux.* Note de M. V. **Agafonoff**, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, au mois d'août de l'année dernière, les résultats de mes recherches sur l'absorption des rayons ultra-violets par les cristaux [1]. J'ai indiqué que l'absorption de la

(1) Voir aussi une publication plus détaillée (*Archiv. des Sciences phys. et natur.*, octobre 1896).

lumière par le milieu cristallin dépend, en premier lieu, de la molécule *chimique*, car la limite du spectre d'absorption ne dépend que de la nature chimique du cristal et ne varie pas avec la direction des rayons dans un même cristal.

» J'ai étudié actuellement près de 200 combinaisons différentes, tant naturelles qu'artificielles, organiques et inorganiques. Ce travail m'a conduit aux remarques générales que voici :

» 1° Ce que nous savons jusqu'à présent de l'absorption de la lumière par les cristaux repose principalement sur les faits observés dans les minéraux colorés de composition très compliquée et mal connue. Il serait important pour la théorie de savoir exactement ce qui se passe dans les cristaux chimiquement purs et physiquement homogènes des combinaisons chimiques déterminées.

» 2° Le spectre transmis dépend principalement de la molécule chimique et est limité du côté du violet à des rayons d'autant moins réfrangibles que la molécule chimique est plus complexe.

» Sur quatre-vingt-dix corps organiques cristallisés que j'ai étudiés, les seuls qui transmettent des rayons plus réfrangibles que Cd 18 sont le tartrate de potasse, l'érythrite, la mannite, l'isodulcite, le sucre de canne, l'asparagine, le bornéol, le sulfate d'hydrazine. Les corps organiques colorés, dont les molécules sont, en général, les plus compliquées, absorbent fortement l'ultra-violet; j'ai observé vingt composés de ce genre; dans aucun, le spectre transmis ne va plus loin que le commencement du violet.

» 3° La limite du spectre d'absorption est plus ou moins caractéristique pour chaque groupe de combinaisons; c'est ainsi que presque tous les sulfates transmettent tout le spectre du Cd ; il en est de même des sucres ; les azotates ne le transmettent guère que jusqu'à Cd 12 inclusivement et présentent en tous cas une forte bande d'absorption entre Cd 12 et Cd 17, qui paraît être l'extrême limite de leur spectre.

» 4° Je n'ai pas observé de polychroïsme dans les cristaux inorganiques artificiels et dans la plupart des combinaisons organiques. Je n'ai constaté son existence que dans quelques minéraux colorés, dans des cristaux colorés du groupe de la thymoquinone et dans trois acides organiques incolores : acide *hemimellitique,* acide *nitranisique* et acide *cinnamique.*

» Le polychroïsme ne se manifeste que dans les régions du spectre moins réfrangibles que Cd 14.

» 5° La partie du spectre dans laquelle se produisent les phénomènes polychroïques est en même temps la limite du spectre d'absorption.

» Exemples. — *a.* L'*acide hemimellitique :* Limite du spectre d'absorption, Cd 13, région polychroïque de Cd 13 à Cd 9;

» *b.* L'*acide cinnamique :* Limite du spectre Cd 11, région polychroïque de Cd 11 à Cd 9;

» *c.* L'*acide nitranisique :* Limite du spectre Cd 8, région polychroïque de Cd 8 à Cd 6;

» *d.* La *tourmaline :* Limite du spectre Cd 12; le polychroïsme se manifeste depuis Cd 12 et s'étend jusqu'au rouge avec une intensité qui varie d'un échantillon à l'autre;

» *e.* L'*axinite :* Limite Cd 12, région polychroïque de Cd 12 jusqu'à la partie rouge du spectre;

» *f.* L'*andalousite :* Limite du spectre Cd 9, région polychroïque entre cette ligne (inclusiv.) et la partie rouge du spectre;

» *g.* L'*épidote,* limite du spectre d'absorption; les premières raies bleues du spectre du Cd; région polychroïque; tout le spectre transmis.

» 6° Le polychroïsme ne paraît pas être une propriété très générale des corps anisotropes.

» Parmi les minéraux, il ne se rencontre que dans des cristaux à coloration accidentelle et semble dû à une orientation de la matière colorante qui a pénétré dans l'édifice cristallin pendant qu'il se formait. Les mêmes minéraux, lorsqu'ils ne sont pas colorés, non seulement n'ont pas de polychroïsme, mais encore n'ont qu'une absorption beaucoup plus faible; j'ai observé, par exemple, une tourmaline presque blanche de l'île d'Elbe, dont la transparence s'étendait jusqu'à Cd 17.

» 7° Cette influence de la matière colorante sur l'intensité et la limite extrême de l'absorption paraît être très générale; je l'ai trouvée dans l'apophyllite, dans des cordiérites, des zircons, des tourmalines (colorées) et dans les cristaux d'hyposulfite de soude colorés par l'acide amido-azobenzolbisulfurique.

» 8° Bientôt après ma première Communication, j'ai remarqué que l'inversion du spectre d'absorption, indiquée par moi pour la tourmaline, n'a pas lieu en réalité et ne se produisait sur mes clichés que par suite d'une disposition défavorable de mon appareil. Pour l'étude de la partie très réfrangible du spectre, mon spectroscope portait en effet une lentille achromatique de quartz et spath fluor, placée entre le cristal absorbant et le prisme du Rochon analyseur.

» Il n'en résulte aucune perturbation si le cristal étudié n'est pas polychroïque; mais il est clair que deux spectres différents donnés par un cristal polychroïque sont tout à fait modifiés et que cette disposition ne permet pas d'étudier ces spectres. Mais elle permet très bien, moyennant

quelques précautions évidentes, de reconnaître l'existence ou l'absence de polychroïsme et se prête commodément à l'observation de toutes les régions du spectre.

» J'ai donc continué les recherches résumées dans cette Note avec cet appareil, qui suffisait pour le but très général que j'avais en vue. J'ai du reste contrôlé mes résultats pour les régions médiocrement réfrangibles, en employant les lentilles ordinaires. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un voltmètre thermique étalon à mercure et sur diverses applications de la méthode calorimétrique dans les mesures électriques.* Note de M. CHARLES CAMICHEL, présentée par M. Violle.

« Les appareils thermiques, destinés à la mesure des intensités et des différences de potentiel, peuvent se ranger en deux catégories : les uns utilisent une mesure calorimétrique, les autres une mesure de dilatation. L'ampèremètre à mercure, que j'ai décrit dans une Communication précédente [1], appartient à la première catégorie : dans cet instrument, le thermomètre constitue, à lui seul, un calorimètre, dont la valeur en eau se trouve ainsi très réduite. On peut placer dans la seconde catégorie le voltmètre, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie. Cet appareil, comme le précédent, est destiné à l'étalonnage des instruments utilisés dans l'industrie ou dans les laboratoires de mesures industrielles.

» Le voltmètre à mercure se compose essentiellement d'une colonne de mercure ABC; en A et en B se trouvent deux électrodes, qui permettent de faire passer le courant dérivé dans la colonne de mercure AB. Comme la résistance de la colonne AB n'est pas suffisante en général, on ajoute en série avec elle une résistance métallique BD. L'électrode A et l'extrémité D de la résistance BD sont réunies aux deux points dont on veut évaluer la différence de potentiel. Sous l'influence du courant passant dans AB, le mercure qui constitue cette colonne s'échauffe, et l'extrémité C de la colonne BC (qui continue AB et a un diamètre plus faible) se déplace d'une certaine longueur pendant un temps déterminé. Ce déplacement mesure la différence de potentiel entre A et D. L'appareil est tout entier enfermé dans une double enceinte qu'on maintient à température constante, par exemple en la remplissant avec de la glace fondante, et il occupe une position fixe par rapport aux parois de cette enceinte.

» I. On se rend compte aisément de la sensibilité de la méthode : par exemple, une colonne de mercure ayant 106^{cm} de longueur, $0^{mm},25 \times 0^{mm},25$ de section, traversée

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 20.

par un courant de $\frac{1}{20}$ d'ampère (ce qui passe dans un voltmètre ayant une résistance intérieure de 2×10^3 ohms et soumis à 100 volts) subit une élévation de température voisine de 100°, au bout de cinq minutes.

» II. Il ne faut pas employer une colonne de mercure AB trop fine. Il vaut mieux lui donner une grande longueur (1^m par exemple), en recourbant plusieurs fois sur lui-même le tube qui contient le mercure, afin de rendre l'appareil moins encombrant. D'ailleurs, les conditions de rayonnement restant identiques, on peut, sans inconvénient, augmenter la durée des expériences.

» III. Les électrodes doivent être en un métal inaltérable, ayant, si possible, même coefficient de dilatation et même chaleur spécifique que le verre. Sinon, on s'arrangera de façon qu'elles s'échauffent assez peu pour qu'aucune dislocation ne se produise dans la soudure.

» IV. Pendant le remplissage, on chauffe tout l'appareil, y compris les fils qui servent d'électrodes, en même temps qu'on fait le vide. Il faut, en effet, éliminer tous les gaz qui pourraient se dégager ultérieurement et fausseraient les indications ou même mettraient l'appareil hors d'usage. Les électrodes pénètrent d'ailleurs très peu à l'intérieur de l'appareil, elles ont un faible diamètre, enfin elles sont constituées par un métal dur, compact, le platine iridié par exemple.

» Je signalerai un autre modèle de voltmètre thermique dans lequel un fil très fin de platine, constituant à lui seul la résistance intérieure, est traversé par le courant dérivé et chauffe l'air qui l'entoure : la dilatation de l'air mesure le voltage aux extrémités du fil de platine.

» La méthode calorimétrique permet de déterminer l'hystérésis dans les tôles servant à construire les induits et les noyaux de transformateurs. On soumet l'éprouvette à un champ alternatif de période connue, et l'on mesure l'échauffement de l'éprouvette avec un thermomètre à alcool ou à air. En comparant l'échauffement de l'éprouvette étudiée à celui d'une éprouvette étalon de mêmes dimensions, on peut se rendre compte rapidement des qualités industrielles d'un fer (on peut d'ailleurs former une gamme d'éprouvettes étalons d'hystérésis différentes).

» Enfin, dans les expériences précédentes, il faut vérifier que le courant alternatif employé est toujours le même. Indépendamment des méthodes connues, on pourrait employer le procédé suivant : placer en série avec l'appareil un petit nombre de spires de gros fils, qui constitueraient le primaire d'un transformateur dont la secondaire serait une colonne de mercure en forme de solénoïde fermé sur lui-même. On vérifierait que la dilatation de cette colonne de mercure est la même dans les diverses expériences [1]. »

---

(1) Travail effectué au laboratoire de Physique industrielle de l'Université de Lille.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode optique d'étude des courants alternatifs.* Note de MM. H. ABRAHAM et H. BUISSON, présentée par M. Violle.

« Différentes méthodes optiques ont été proposées pour l'étude des courants rapidement variables ; elles sont basées sur ce fait, démontré par MM. Bichat et Blondlot, que la rotation du plan de polarisation d'un rayon lumineux dans un champ magnétique n'est affectée d'aucun retard appréciable sur les variations de ce champ. Telles sont les méthodes de M. Crehore (¹) et de M. Pionchon (²).

» Dans cette dernière, qui est une méthode stroboscopique, on a à mesurer une rotation, avec l'inconvénient dû à la dispersion, et d'autre part le mode d'éclairement n'est pas rigoureusement instantané.

» On peut la modifier de la façon suivante pour en faire une méthode de zéro :

» On compense la rotation produite par le courant alternatif au moyen de celle qui est produite par un courant continu directement mesurable, et cela à un moment donné, toujours le même, de la période, en faisant passer un faisceau lumineux à ce moment seulement.

» Le dispositif est le suivant :

» Un tube de verre contient un liquide dont le pouvoir rotatoire est considérable (iodomercurate alcalin en solution concentrée). Il est fermé à ses extrémités par des glaces à faces planes et parallèles.

» Sur ce tube sont placées bout à bout deux bobines ayant un même nombre de spires. Le tube métallique sur lequel le fil est enroulé a été fendu suivant une génératrice, pour y éviter les courants induits. En avant se trouve un polariseur à pénombre, et à la suite est placé un nicol analyseur. Enfin une petite lunette sert à viser les deux plages du polariseur.

» On éclaire par l'étincelle d'un condensateur, chargé par une bobine d'induction. Le primaire de cette bobine est relié d'une part à une bague métallique interrompue placée sur l'axe même de la machine qui produit le courant alternatif, d'autre part à un balai qui frotte sur cette bague. De cette façon, le circuit est rompu et l'étincelle éclate toujours au même moment de la période, puisqu'elle est commandée par la machine elle-

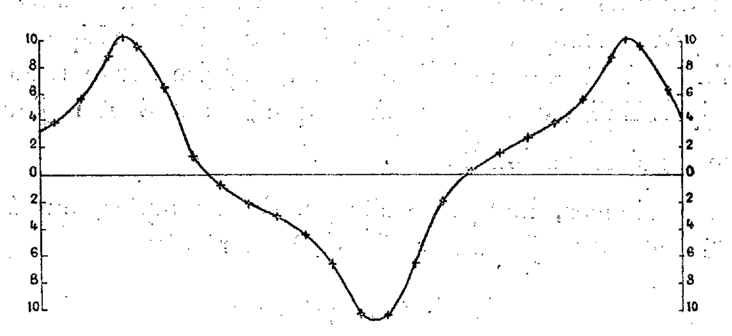
(¹) CREHORE, *The physical Review*, t. II, p. 122.
(²) PIONCHON, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 872.

même. On a ainsi une source lumineuse très intense et d'une durée absolument négligeable par rapport à la période du courant étudié.

» On règle l'analyseur pour obtenir l'égalité d'éclairement des deux plages. On lance le courant alternatif dans une des bobines, le courant continu dans l'autre. On fait varier, au moyen d'un rhéostat, l'intensité de ce dernier, pour rétablir l'égalité d'éclairement. La valeur de cette intensité, donnée par un ampèremètre, est celle du courant alternatif à l'instant choisi.

» Pour faire varier la phase, on déplace le balai qui assure le contact interrompu en le faisant tourner d'un angle connu autour de l'axe de la machine. On obtient ainsi une série de valeurs de l'intensité du courant alternatif pour les différentes phases de la période, et l'on peut représenter par une courbe, construite par points, les variations de cette intensité.

» C'est ainsi qu'a été obtenue la courbe ci-jointe, qui représente un courant alternatif de 60 périodes par seconde, lancé dans le primaire d'un transformateur avec fer. La force contre-électromotrice, due à l'aimanta-



tion du fer quand le courant change de signe, produit un ralentissement notable du courant, manifesté sur la courbe par la présence de paliers. La dynamo employée est tétrapolaire et l'on a figuré seulement le courant dû à une demi-révolution : les deux parties, positive et négative, ne sont pas exactement symétriques.

» La sensibilité de la méthode n'est limitée que par les irrégularités mêmes du courant, d'une période à l'autre, comme du reste pour toute méthode stroboscopique, et aussi par l'usure du balai frottant qui peut entraîner une erreur sur la valeur de la phase.

» Si l'on n'a pas la dynamo elle-même à sa disposition, on peut placer le contact tournant sur l'arbre d'un moteur synchrone mis en mouvement par le courant; mais ce dispositif est moins bon, le moteur n'étant jamais

à une différence de phase rigoureusement constante avec la machine génératrice ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Action physiologique du courant galvanique dans sa période d'état variable de fermeture.* Note de M. **Dubois** (de Berne), présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé de donner une réponse aux questions suivantes :

» 1° La même contraction musculaire (minima) se montre-t-elle toujours au même *voltage* ou à la même *intensité*?

» 2° Quelle est l'influence de la *résistance propre du corps* sur l'action physiologique d'une fermeture de courant?

» 3° Quel est l'effet du *rhéostat en circuit principal* employé comme moyen de dosage de l'intensité?

» Je règle le voltage et l'intensité au moyen du rhéostat en dérivation. Je mesure les *volts* à l'aide du condensateur et du galvanomètre balistique, les *milliampères* au moyen de l'électromètre capillaire de Lippmann mis aux bornes d'une résistance partielle de 50 ohms, prise sur le rhéostat en circuit principal. Enfin, connaissant à chaque instant E et I, j'en déduis la résistance du circuit selon $R = \frac{E}{I}$.

» Les expériences, dont je ne cite que des exemples, ont été maintes fois répétées et ont toujours donné les mêmes résultats.

Première expérience.

Volts.	Milliampères.	Effet.	Résistance en ohms.
13,58	0,05	Contraction minima	271 600
13,58	0,111	»	122 340
13,58	0,188	»	72 234
13,16	0,300	»	43 867
13,16	0,388	»	33 917
12,55	0,422	»	29 739
12,34	0,874	»	14 118

» Un coup d'œil jeté sur ces chiffres donne la réponse à mes deux premières questions et démontre :

([1]) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure. Note présentée dans la séance du 5 juillet.

» 1° *Que l'effet physiologique dépend beaucoup plus du voltage que de l'intensité;*

» 2° *Que la résistance propre du corps, dont dépend nécessairement l'intensité, n'a presque pas d'influence sur l'action physiologique d'une fermeture de courant.*

» La résistance du corps peut, par l'action du courant lui-même, tomber de 271 600 à 72 234, entraînant une élévation de l'intensité de 0,05 à 0,188 sans qu'on puisse baisser le voltage. Il faut, artificiellement, par l'application de courants plus forts, abaisser encore plus la résistance pour obtenir la contraction minima à 13,16, 12,55 et enfin 12,34 volts.

» Passons à la troisième question : *Quel est l'effet du rhéostat en circuit principal?*

» Le Tableau suivant montre nettement l'effet de résistances rhéostatiques surnuméraires.

Deuxième expérience.

Résistance. du corps.	Résistance rhéostatique.	Résistance totale.	Volts.	Milliampères.	Effet physiologique.
68 472	0	68 472	9,86	0,144	Contraction.
63 512	100	63 612	9,86	0,155	Pas de contraction !
48 572	100	48 672	10,27	0,211	Contraction.
48 372	300	48 672	10,27	0,211	Pas de contraction !
42 650	300	42 950	10,48	0,244	Contraction.
38 898	500	39 398	10,48	0,266	Pas de contraction !

» Cette expérience démontre :

» *Que des résistances rhéostatiques, intercalées dans le circuit principal, abolissent l'effet physiologique d'une fermeture de courant, alors même que ces résistances sont, par leur valeur ohmique, absolument négligeables vis-à-vis de la résistance du corps.* L'addition de 100^{ohms}, 200^{ohms} au rhéostat peut supprimer la contraction alors même que, par diminution de la résistance cutanée, l'intensité s'est accrue.

» J'ajoute que de nombreuses expériences, toutes concordantes, ont montré que cet effet affaiblissant de résistances additionnelles n'est pas spécial aux rhéostats métalliques; *on retrouve les mêmes faits avec un rhéostat liquide impolarisable, avec un rhéostat de kaolin et de graphite, avec une résistance constituée par un trait au crayon sur verre dépoli.*

» L'intercalation d'un solénoïde a un effet plus marqué encore que celle d'un rhéostat de même valeur ohmique, mais la différence n'est pas très grande.

» J'en conclus *que les résistances dites* non-inductives *ont encore un coefficient de self-induction considérable, capable d'annuler l'effet physiologique, non seulement quand l'intensité reste la même, mais encore lorsqu'elle devient plus grande.*

» Admettant que la self-induction du rhéostat *prolonge la période d'état variable*, j'ai cherché à la raccourcir par *l'insertion d'un condensateur aux bornes de la résistance rhéostatique additionnelle.*

» L'expérience a immédiatement confirmé l'exactitude de ces vues. Rien n'est plus facile que de *ramener*, par *l'interposition d'une clef au condensateur*, la contraction musculaire *abolie par la suppression d'une clef au rhéostat*. Cet effet antagoniste de *capacités* et de *résistances soi-disant non-inductives*, est des plus nets, comme le montrent les quelques chiffres suivants :

Troisième expérience.

Voltage.	Milliampères.	Résistance supprimant la contraction.	Capacité ramenant la contraction.
		ohms	microf.
11,52	0,511	200	0,06
9,05	0,600	100	0,9
9,46	0,437	100	0,7
9,87	0,425	200	0,15
10,69	0,450	200	0,12

» J'ai été plus loin encore. J'ai supprimé par 600 ohms de rhéostat la contraction produite par 27,98 volts et 1,42 milliampère, et je l'ai ramenée par 0,0045 microfarad.

» L'interposition d'une grande capacité, de 1 microfarad, ne ramène pas seulement la contraction minima; elle supprime tout effet affaiblissant d'une résistance interposée; la contraction devient aussi forte que si, sous le même voltage, la résistance de corps était seule interposée.

» Toutes les résistances rhéostatiques, dites *non inductives*, ont donc un coefficient de self-induction que l'interposition d'une capacité peut annuler.

» L'effet physiologique (contraction musculaire) dépend de E en fonctions de R^a, résistance apparente de self-induction.

» Le corps a une grande résistance ohmique, mais une résistance apparente presque négligeable : c'est pourquoi l'effet physiologique doit se mesurer au *voltmètre* et non au *galvanomètre*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Faits d'influence électrique par les tubes de Crookes.* Note de M. **Foveau de Courmelles**, présentée par M. Lippmann.

« Examinant radioscopiquement un malade avec un fort tube Muret et une bobine de $0^m,30$ d'étincelle dont les condensateurs sont simplement recouverts de papier gris, les fils reliés à mon ampoule double précédemment décrite ([1]) étant libres à leurs extrémités opposées au voisinage de condensateurs, je constatai l'illumination de cette ampoule double. De la lumière stratifiée blanche les remplissait en quelque sorte et durait tout le temps de l'action du tube radioscopique. On ne pouvait attribuer cette production de lumière au voisinage des condensateurs de la bobine, car les courants de haute fréquence de M. d'Arsonval produits par cette même bobine, presque au contact des extrémités des mêmes fils polaires de l'ampoule double, ne produisaient aucune illumination; seul *le contact direct d'un fil* émanant de la bobine, des condensateurs de décharge ou du solénoïde de haute fréquence donnaient cette lumière stratifiée encore en quantité moindre. Si l'on relie à la fois en quantité le tube de Crookes et les condensateurs de décharge, la haute fréquence fonctionne seule pour une étincelle de décharge un peu longue; si l'on diminue celle-ci, on a une très faible lumière dans le tube, mais aucun phénomène d'influence dans les tubes voisins.

» Les influences à distance de la bobine des condensateurs et des courants de haute fréquence devant être éliminées par ces faits eux-mêmes et par des expériences répétées, il faut admettre l'électrisation à distance des tubes de Crookes neutres par d'autres tubes en activité.

» Il ne s'agit pas non plus des phénomènes de luminescence des verres et cristaux, signalés par M. Radiguet ([2]), et qui consistent, par l'action des rayons X, à produire une lumière blanche, brillante, immobile ou à peu près, se tenant surtout dans le voisinage des parois du verre.

» Ici, les parois sont souvent dépourvues de lumière, alors que l'ensemble du tube en paraît rempli; d'autre part, cette lumière, non brillante généralement, est stratifiée, oscillant synchroniquement avec la lumière du tube. La différenciation entre ces deux genres de phénomènes peut se faire

---

([1]) *Comptes rendus*, 13 avril 1897.

([2]) *Comptes rendus*, 25 janvier 1897.

en approchant, du tube de Crookes en activité, diverses lampes à incandescence et des tubes à vide; la dissemblance de lumière, de matière en mouvement, s'accuse immédiatement très nette. Les phénomènes d'influence, quand ils se produisent dans notre ampoule double à même circuit gazeux, sont ici semblables à ce qui se passe dans l'une de ces parties, sous l'action directe du courant.

» Le tube actif a toujours été enveloppé de mérinos de coton noir de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur; de plus, l'obscurité a toujours été faite; cela pour ne pas être tenté d'attribuer les phénomènes obtenus à la réflexion de la lumière cathodique ou autre, dans le verre des ampoules influencées.

» J'ai varié et répété l'expérience sous diverses formes, mais en voici trois types avec des résultats légèrement différents :

» 1° Un tube Muret moyen fonctionne : deux petites ampoules sont dans son voisinage et s'illuminent. On fait varier la distance, et la lumière due à l'influence croît ou décroît en raison inverse de cette distance. L'anode est la partie la plus agissante.

» L'expérience réussit jusqu'à une distance de 30^{cm} dans l'air ou seulement à 5^{cm} ou 6^{cm} à travers le bois ou le caoutchouc. La rapidité des vibrations du tremblement de la bobine augmente la production lumineuse.

» 2° Le même tube fonctionne, mais l'un quelconque des fils, l'anodique ou le cathodique à volonté, est très voisin des fils libres de deux ampoules non reliées entre elles, mais se communiquant en quelque sorte par les extrémités libres de fils se touchant. La distance entre le fil anodique et ces fils libres est amenée par tâtonnements à un minimum (2^{cm} ou 3^{cm}) pour lequel jaillit entre eux une étincelle. Cette déperdition d'électricité de l'ampoule active ne paraît pas diminuer sa lumière cathodique; en revanche quel que soit le pôle du tube actif relié en quelque sorte au tube directement influencé, on a dans celui-ci de la lumière stratifiée mauve, très belle, mélangée de lumière cathodique.

» 3° Si l'on fait reposer sur le tube actif, par un point quelconque de sa surface de verre, un fil relié à un autre tube à vide, on produit dans celui-ci de la lumière violette. Le phénomène se produit encore le fil portant sur une épaisseur de bois de 2^{cm} à 3^{cm}. On ne perçoit avec le doigt aucune secousse, alors que le contact direct du tube actif est désagréable, voire douloureux.

» L'électricité qui s'écoule ainsi et agit à distance est donc assez faible.

» Selon les expériences, les colorations sont variables, blanche, mauve, violette et jaune verdâtre.

» L'action ne se produit que par un tube actif de force relativement très considérable par rapport aux tubes influencés.

» L'étude de l'influence des tubes à vide sur les corps électrisés, leur facilité de décharge depuis longtemps démontrée, doit donc se compléter de ces faits inverses d'électrisation à distance.

» L'action physiologique des rayons X, également très variable : insola-

tion, épilation momentanée sans la moindre inflammation, ainsi que j'en ai constaté un cas, est probablement du même domaine de l'influence électrique : le patient, placé en une sorte d'*auto-conduction* à courants de décharges relativement plus lents que lorsqu'on opère avec des condensateurs (professeur d'Arsonval) et par suite perçus par l'organisme. »

PHYSIQUE. — *Sur la complexité du faisceau des rayons X.* Note de MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans**, présentée par M. d'Arsonval.

« Tous ceux qui se sont occupés de radiographie savent combien peut être différente la valeur de divers tubes de même forme, fournis par le même constructeur, et combien aussi est variable la valeur d'un même tube, depuis le moment où il commence à émettre des rayons X, jusqu'à celui où il devient résistant.

» A l'effet d'apprécier rapidement et assez exactement pour les besoins de la pratique la valeur actuelle d'un tube à vide et d'éviter des insuccès relatifs, nous avons fait construire par MM. Ducretet et Lejeune un photomètre spécial : il consiste en une boîte en bois, munie de deux œilletons, contenant un miroir convenablement orienté, et dont une portion de paroi est constituée par un écran au platino-cyanure de baryum au-dessus duquel sont disposés des fils de plomb également espacés, surmontés eux-mêmes d'un prisme en aluminium. L'intensité du faisceau de rayons X émis est ainsi mesurée approximativement par le nombre de fils de plomb dont l'ombre peut être aperçue, toutes choses égales d'ailleurs, sur l'écran fluorescent.

» Or l'exploration, au moyen de ce photomètre, d'un tube à vide, aux divers moments de son fonctionnement, montre que, s'il y a une dégradation rapide de la fluorescence, lorsque le tube commence à émettre des rayons X, par contre, lorsque le tube, devenu plus puissant, tend à devenir résistant, l'illumination de l'écran est sensiblement uniforme malgré les notables différences d'épaisseur du prisme en aluminium correspondant aux diverses régions de l'écran fluorescent.

» L'aspect du phénomène nous a conduits à penser que, à ce moment de son fonctionnement, le tube émettait en quantité assez considérable de nouveaux rayons qui traversent l'aluminium presque sans être absorbés. L'interposition, entre le tube et le photomètre, d'une épaisse lame de verre diminue à peine l'intensité de la fluorescence et rend plus uniforme encore l'illumination de l'écran dans toute son étendue.

» Cette hypothèse de l'apparition, en quantité considérable, ou tout au moins plus considérable, de rayons capables de traverser les corps qui présentent une opacité relative à d'autres rayons X est confirmée par les expériences suivantes :

» Lorsqu'on pratique la radioscopie de la main, par exemple, avec un tube qui tend à devenir résistant, et que l'on interpose une lame de verre épaisse (2^{cm} environ), on n'aperçoit que très difficilement la silhouette de la main et du squelette; la chair et les os sont également traversés, et l'intensité de la fluorescence n'est pas sensiblement diminuée aux points correspondant à la partie du corps interposé.

» Par contre, si l'on s'éloigne du tube, sans interposer de lame de verre, de manière à diminuer l'intensité du faisceau qui excite l'écran et à obtenir une fluorescence d'intensité égale à celle que l'on observait dans l'expérience précédente après interposition de la lame de verre; puis, que l'on pratique de nouveau la radioscopie de la main, celle-ci projette sur l'écran une ombre foncée, dans laquelle, il est vrai, on distingue difficilement la silhouette du squelette, mais qui révèle, du moins, très nettement l'existence et la forme du corps opaque interposé.

» La comparaison de ces divers résultats conduit à croire que la constitution du faisceau de rayons X émis par un tube à vide, dont plusieurs observateurs ont déjà montré la complexité, est variable aux divers moments du fonctionnement du tube et que, quand celui-ci tend à devenir résistant, il y a tout au moins augmentation d'intensité, sinon apparition de rayons capables de traverser, sans absorption notable, des corps qui sont relativement opaques pour les rayons émis les premiers par le tube.

» Une conclusion pratique découle également de ces faits, à savoir : d'une manière générale et toute question d'intensité réservée, pour obtenir une bonne radiographie, c'est-à-dire un cliché présentant beaucoup d'opposition, il faut se servir d'un tube qui est encore loin de devenir résistant; par contre, pour pratiquer la radioscopie d'une région épaisse du corps, il y aura avantage à utiliser le tube à vide au moment où les rayons X moins absorbables sont émis en quantité suffisante.

» Le photomètre décrit plus haut permet d'apprécier rapidement l'état du tube et sa valeur actuelle pour la radiographie ou pour la radioscopie. »

PHYSIQUE. — *Sur les pompes à mercure sans robinets.* Note de M. **Chabaud**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente (1), M. Henriet décrit une pompe à mercure dans laquelle il n'y a ni robinets ni joints mobiles; en particulier, la soupape ordinairement employée dans les appareils de ce genre est remplacée par une colonne mercurielle, dans un tube vertical de plus de $0^m,76$ de hauteur. Cette modification aurait pour but de permettre de commencer le vide avec une trompe à eau et de diminuer la fragilité de l'appareil.

» Sur la fragilité de l'instrument, je n'insisterai pas : que la pompe soit à soupape ou sans soupape, sa fragilité reste la même.

» Mais, je crois pouvoir affirmer que la disposition adoptée par M. Henriet n'est pas nouvelle, car plusieurs appareils de ce genre existent dans divers laboratoires (2).

» Le modèle à soupape que je construis aujourd'hui, et qui remplace l'ancien type sans soupape, est beaucoup moins encombrant. La hauteur totale de l'appareil est ainsi considérablement réduite, les projections de mercure, dans la canalisation, sont évitées et, sauf cette modification, le fonctionnement est le même que dans la pompe imaginée par M. Henriet. »

CHIMIE. — *Sur divers sels basiques du cuivre et sur l'hydrate cuivrique brun.* Note de M. **Paul Sabatier**.

« I. Parmi les sels basiques très nombreux auxquels conduisent des mécanismes variés, il en est qui nous paraissent offrir un intérêt tout particulier : ce sont ceux qui sont formés directement par les oxydes anhydres ou hydratés au contact d'une solution des sels neutres correspondants. Pour les distinguer, je proposerai de nommer *sels basiques principaux* ces

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 22; 5 juillet 1897.

(2) L'un de ces appareils, en particulier, portant le numéro 1, a été construit par M. Alvergniat pour un des laboratoires de la Faculté des Sciences de Paris. Pour préciser davantage, l'instrument portant le numéro 14 a été établi au mois de septembre 1881.

composés, auxquels il est habituellement possible d'assigner une composition bien définie et qu'on peut souvent obtenir cristallisés.

» II. Pour le *cuivre*, en se bornant aux sels basiques principaux fournis par les solutions étendues (contenant par litre moins d'un atome de cuivre), on trouve que, séchés à l'air, ils ont la composition suivante :

Nitrate.........	$Cu(AzO^3)^2, 3CuO, 3H^2O$;
Chlorure........	$CuCl^2, 3CuO, 3H^2O$,
Bromure........	$CuBr^2, 3CuO, 3H^2O$,
Chlorate........	$Cu(ClO^3)^2, 3CuO, 3H^2O$,
Hyposulfate......	$CuS^2O^6, 3CuO, 3H^2O$,
Sulfate..........	$CuSO^4, 3CuO, 4H^2O$,
Acétate.........	$Cu(C^2H^3O^2)^2, 2CuO, 2H^2O$.

» Tous ces sels ont été obtenus à l'état cristallisé, soit par divers observateurs, soit par moi-même, comme on le verra ci-dessous.

» Sauf l'acétate, qui est trimétallique, tous contiennent quatre atomes de cuivre et renferment le groupe bivalent Cu^4O^3.

» J'ai été conduit à penser qu'un groupement identique existe dans l'hydrate cuivrique brun, obtenu, à partir de l'hydrate bleu précipité, par déshydratation spontanée, lente à froid, très rapide à 100°. Cet oxyde soigneusement lavé, puis séché à l'air, présente sensiblement la composition :

$$Cu(OH)^2, 3CuO, \quad \text{ou} \quad Cu^4O^3(OH)^2.$$

Eau pour 100 trouvée (moyenne)................	5,8
» calculée (moyenne)................	5,6

» Cet hydrate, qui n'est plus immédiatement soluble dans l'ammoniaque, continue à se déshydrater très lentement. Après plusieurs mois à froid dans le vide sec, ou plusieurs jours à 100°, il ne reste plus que 3 pour 100 d'eau (¹). Ces dernières portions ne peuvent être enlevées que par un chauffage prolongé à 450° dans un courant d'air sec.

» III. J'ai observé que l'hydrate $Cu^4O^3(OH)^2$ se prête tout spécialement à la formation directe des sels basiques principaux cristallisés de même constitution chimique.

» *Nitrate*. — L'hydrate brun, mis au contact d'une solution diluée de nitrate cuivrique, est, au bout de quelques jours, totalement transformé en cristaux microsco-

(¹) La formule correspondrait à $Cu(OH)^2, 6CuO$.

piques qui, après lavage et dessiccation, ont l'aspect d'une poudre micacée, d'un vert d'autant plus foncé que les parcelles sont plus grosses. Ce sont des lames dérivées d'un prisme clinorhombique aplati selon g^1, tantôt rhombiques (faces g^1, h^1, p); tantôt hexagonales par introduction des faces o^1 ($p : h^1$ est voisin de 80°).

» Ces lames, maintenues longtemps au contact de la solution diluée du nitrate, changent d'aspect et se découpent en aiguilles ; mais la composition demeure la même et correspond exactement à la formule $Cu(AzO^3)^2, 3CuO, 3H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
CuO pour 100 (moyenne de 11 analyses)........	66,2	66,2
Az^2O^5 pour 100 »	22,3	22,5

» L'oxyde anhydre CuO demeure inaltéré, même après plusieurs mois, dans les solutions froides de nitrate cuivrique; mais, bouilli avec une solution concentrée, il donne peu à peu des lames cristallines du sel tétracuivrique.

» L'hydrate bleu donne toujours un nitrate basique bleu pâle qui, séché à l'air, présente exactement la même composition que les cristaux. Ce sel amorphe s'obtient aussi à partir de l'hydrate brun, au contact de solutions très concentrées de nitrate cuivrique [(ayant au moins 3Cu par litre (1)].

» *Chlorure.* — Au contact des solutions diluées ou concentrées, froides ou chaudes, de chlorure cuivrique, l'hydrate brun fournit assez rapidement un sel amorphe vert pâle, très difficile à laver, de même composition que l'atakamite naturelle

$$CuCl^2, 3CuO, 3H^2O \ (^2).$$

	Trouvé.	Calculé.
Cuivre pour 100.... ...	59,0	59,4
Chlore »	16,4	16,3

» Le même corps est obtenu à froid, plus rapidement avec l'hydrate bleu, moins vite avec l'oxyde anhydre.

» *Bromure.* — L'hydrate brun, placé dans les solutions de bromure cuivrique, est, au bout de quelques jours, changé en oxybromure cristallisé, inaltérable dans l'eau froide : ce sont des lames microscopiques vert foncé, hexagonales, qui avaient déjà été obtenues en tube scellé à 200° par Dupont et Jansen. Leur formule est

$$CuBr^2, 3CuO, 3H^2O.$$

---

(1) Le nitrate basique cristallisé avait déjà été préparé en chauffant une solution concentrée du sel neutre avec une matière capable de saturer lentement une portion de l'acide nitrique, c'est-à-dire soit du carbonate de chaux (Rousseau et Tite), soit le verre même du tube scellé (Athanasesco).

(2) Beaucoup d'auteurs ont admis $4H^2O$; mais les analyses de Debray, Kraut, Rising, ainsi que les miennes concordent mieux avec $3H^2O$.

» L'oxydre anhydre donne le même corps, très lentement à froid, assez vite à chaud. L'hydrate bleu fournit un composé amorphe vert, de même composition.

» *Sulfate.* — Avec une solution pas très concentrée de sulfate cuivrique, l'hydrate brun forme peu à peu le sel cristallisé déjà connu $CuSO^4, 3CuO, 4H^2O$.

» Le microscope le montre en prismes allongés groupés en gerbes, inaltérables dans l'eau froide.

CuO pour 100: trouvé et calculé, 67,6.

» L'oxyde anhydre fournit plus lentement les mêmes cristaux. L'hydrate bleu $Cu(OH)^2$ donne une matière amorphe vert pâle, facile à laver, qui, séchée à l'air, a la même formule.

» Ce sel tétracuivrique, placé dans une solution saturée de sulfate cuivrique, en fixe une molécule et se transforme en un sel cristallin, d'un vert beaucoup plus intense, qui contient :

$$2CuSO^4, 3CuO, 5H^2O.$$

	Trouvé.	Calculé.
CuO pour 100..............	62,0	61,4
SO^3 pour 100................	25,0	24,7

» Ce dernier sel est dissocié par l'eau froide, qui enlève du sulfate cuivrique et laisse le sel tétracuivrique insoluble.

» *Hyposulfate.* — Dans les solutions d'hyposulfate cuivrique, l'hydrate brun se transforme totalement en quelques semaines : le sel basique obtenu est vert un peu grisâtre. Ce sont de très petites lames hexagonales, plus ou moins allongées, fréquemment groupées en boules. Ce sel, déjà décrit à l'état amorphe par Heeren, a pour formule $CuS^2O^6, 3CuO, 3H^2O$.

» CuO pour 100 : calculé, 61,4 (¹); trouvé, 61,4.

» Le même composé est obtenu bleu pâle amorphe à partir de l'hydrate bleu $Cu(OH)^2$.

» *Chlorate.* — L'hydrate brun, placé dans les solutions de chlorate cuivrique, s'y change très lentement en sel basique vert jaunâtre $Cu(ClO^3)^2, 3CuO, 3H^2O$.

» CuO pour 100 : calculé, 62,5; trouvé, 62,3.

» Ce sont des lames microscopiques rhombiques, à angle voisin de 90°.

» Au contact de l'hydrate bleu, ou par précipitation incomplète, le même sel est préparé sous forme d'une poudre amorphe bleu pâle.

» *Acétate.* — Au contact des solutions d'acétate neutre de cuivre, *l'hydrate brun demeure inaltéré*, même après plusieurs mois, tandis que l'hydrate bleu en liqueurs diluées donne très facilement le sel tricuivrique. C'est que le sel basique principal n'est plus tétramétallique; on ne peut s'étonner que sa formation spontanée n'ait pas lieu à partir d'un hydrate tétracuivrique. Il en est de même pour le *perchlorate*, dont les dissolutions n'altèrent nullement l'hydrate cuivrique brun. »

(¹) Heeren avait assigné $4H^2O$; mais ses analyses concordent mieux avec $3H^2O$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de l'anhydride molybdique par l'hydrogène et sur la préparation du molybdène pur.* Note de M. M. **Guichard**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons étudié, dans notre dernière Note (¹), l'action de l'hydrogène sur l'anhydride molybdique entre 300° et 470°.

» En faisant d'autres essais au-dessus de 470°, nous avons pu établir que le bioxyde MoO^2 est directement transformé en métal, sans jamais donner d'autre oxyde défini tel que Mo^2O^3.

» Le bioxyde commence à perdre de l'oxygène au voisinage de 500°, mais la réduction est extrêmement lente à cette température. En trois heures et demie, nous n'avons constaté qu'une perte de poids de 0,16 pour 100. A 550°, la réduction est très nette; en une heure, l'oxyde brun MoO^2 est devenu gris métallique par places avec une perte de poids de 2,4 pour 100.

» Au-dessus de 550°, c'est-à-dire près du rouge naissant, l'oxyde prend plus rapidement l'aspect gris métallique. En trois heures quarante-cinq minutes, on a atteint une perte de poids de 18,8 pour 100; la transformation de MoO^2 en Mo^2O^3 exige seulement 6,2 pour 100.

» Enfin, en opérant vers 600°, la réduction étant un peu plus rapide, en quelques heures on arrive au métal.

» Ainsi, dans une expérience, en trois heures et demie, $0^{gr},2943$ de MoO^3 a donné $0^{gr},1965$ de métal, et ce poids n'a plus varié en une heure; dans une autre, $0^{gr},2572$ de MoO^3 a donné $0^{gr},1898$. Les pertes de poids correspondantes sont 33,23 et 33,55 pour 100. En prenant 96 pour poids atomique du molybdène, la transformation de MoO^3 en Mo exige 33,3. La réduction était donc bien complète.

» Vers 600°, la réduction de MoO^3 ou de MoO^2 donne par conséquent non pas le sesquioxyde Mo^2O^3, mais le métal, et l'oxyde incomplètement réduit, à cette température, n'est qu'un mélange de MoO^2 et de Mo.

» Les nombres que nous avons obtenus démontrent qu'il n'est pas nécessaire d'élever la température jusqu'au point de ramollissement de la porcelaine pour obtenir du molybdène réduit, bien exempt d'oxygène. Le même résultat peut être atteint à basse température, mais en prolongeant assez longtemps l'expérience.

» Liechti et Kempe (²), pour éviter de porter la température jusqu'au rouge vif, purifiaient le molybdène incomplètement réduit en le chauffant

---

(¹) Même Volume, p. 26.
(²) *Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. VI, p. 991; 1873.

dans un courant de gaz chlorhydrique qui, d'après eux, transforme tous les oxydes inférieurs du molybdène en $Mo^3 2HCl$, composé volatil découvert par Debray (¹).

» Après avoir chauffé du bioxyde MoO^2 dans un courant de gaz chlorhydrique, nous l'avons pesé, puis de nouveau chauffé dans ce même gaz bien privé d'air : le poids n'a pas varié en une demi-heure, et il ne s'est produit aucun sublimé.

» Cette expérience a été répétée deux fois, et le résultat a été le même. Le bioxyde n'est donc pas volatilisé dans ces conditions; or, comme nous avons montré que c'est du bioxyde et non de l'anhydride molybdique qui se trouve dans le métal incomplètement réduit, ce procédé de purification pour le gaz chlorhydrique est à rejeter, et le seul moyen de préparer du molybdène réduit pur consiste à chauffer l'anhydride molybdique dans l'hydrogène pur et sec jusqu'à ce qu'il ait perdu 33,3 pour 100 de son poids.

» En résumé, nous avons pu établir, par des expériences faites à température constante, que, dans l'hydrogène entre 300° et 470°, la réduction de l'anhydride molybdique conduit à l'oxyde MoO^2 sans passer par les oxydes Mo^2O^5, Mo^2O^{12}. Nous avons constaté, d'autre part, que, au-dessus de 500°, la réduction se produit jusqu'au métal sans donner de sesquioxyde Mo^2O^3.

» La réduction, faite sur de petites quantités, peut être complète à 600° en quelques heures.

» Il est facile de vérifier que, dans tous les cas étudiés jusqu'ici, les différents oxydes *anhydres* d'un même métal exigent, pour se réduire, une température d'autant plus élevée qu'ils sont moins oxygénés. On doit donc obtenir, en exécutant, comme nous l'avons fait, une série de réductions à température constante, successivement tous les oxydes *anhydres* du molybdène.

» D'après nos expériences, le nombre des oxydes *anhydres* du molybdène se réduirait à deux : MoO^3 et MoO^2; les autres oxydes Mo^3O^8, Mo^2O^5, Mo^5O^{12}, Mo^2O^3 ne seraient pas des composés définis. Nous nous proposons de vérifier cette conclusion en reprenant l'étude des préparations indiquées pour ces oxydes par différents auteurs (²). »

(¹) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1100.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire des hautes études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de benzoyle sur les orthodiamines monosubstituées.* Note de M. **Fernand Muttelet**, présentée par M. Friedel.

« Dans le présent travail, on a cherché quelle est l'action du chlorure de benzoyle sur les orthodiamines monosubstituées répondant à la formule générale

$$\text{AzO}^2\text{.C}^6\text{H}^3\begin{cases}\text{AzH.R}\\ \text{AzH}^2\end{cases}$$

dans laquelle le radical R peut être gras ou aromatique.

» Les recherches ont été effectuées avec les amines pour lesquelles R est représenté par le phényle C^6H^5, les *p*- et *o*-tolyle $C^6H^4CH^3$, les α- et β-naphtyle $C^{10}H^7$, le méthyle CH^3.

» D'une façon générale, on a trouvé que l'action de ce chlorure d'acide conduit, selon les conditions de l'expérience, aux résultats suivants :

» I. A froid et en présence d'un solvant, il se forme un dérivé benzoylé

$$\text{AzO}^2\text{.C}^6\text{H}^3\begin{cases}\text{AzH.R}\\ \text{AzH.COC}^6\text{H}^5\end{cases}.$$

» II. A haute température (220° environ), en présence d'un excès de chlorure de benzoyle, il se produit un anhydride interne

$$\text{AzO}^2\text{.C}^6\text{H}^3\begin{cases}\text{Az(R)}\\ \text{Az}\end{cases}\!\!\text{C.C}^6\text{H}^5.$$

» I. *Action du chlorure de benzoyle, à froid, en présence d'un solvant.* — 1. *p*-nitro-*o*-benzoylamido-phénylaniline

$$\text{AzO}^2\text{.C}^6\text{H}^3\begin{cases}\text{AzH.C}^6\text{H}^5\\ \text{AzH.COC}^6\text{H}^5\end{cases}.$$

» La solution de *p* nitro-*o*-amido-phénylaniline dans la benzine cristallisable est additionnée de chlorure de benzoyle (parties égales des deux composés). Maintenue à la température ambiante, cette solution laisse déposer une poudre jaune. Quand ce dépôt cesse d'augmenter, on le recueille sur filtre. Après un lavage au benzène on le reprend par l'alcool bouillant. Ce solvant abandonne par refroidissement des aiguilles jaune brun qui, séchées dans le vide sur l'acide sulfurique, fondent à 201°-202°. Elles

ne perdent pas de poids à 100° et, après cette dessiccation, donnent les résultats suivants à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $AzO^2.C^6H^3\begin{cases}AzH.C^6H^5\\AzH.CO.C^6H^5\end{cases}$
C........	68,76 pour 100	68,46 pour 100
H........	4,62 »	4,50 »

» Le pour 100 trouvé pour le carbone est supérieur de 0,3 à celui donné par la théorie ; cet excès je l'ai obtenu avec tous les corps préparés dans cette étude : je l'attribue à la présence dans ces composés d'une grande quantité d'azote.

» La *p*-nitro-*o*-benzoylamido-phénylaniline est donc en aiguilles jaune brun fondant à 201°-202°.

» On a également préparé :

» 2. La *p*-nitro-*o*-benzoylamido-*p*-tolylaniline en aiguilles jaunes fondant à 210°-211°.

» 3. La *p*-nitro-*o*-benzoylamido-*o*-tolylaniline en aiguilles jaune d'or fondant à 164°-165°.

» 4. La *p*-nitro-*o*-benzoylamido-β-naphtylaniline en aiguilles jaune orange fondant à 217°-218°.

» Les composés pour lesquels R est représenté par les radicaux α-naphtyle et méthyle sont à l'étude.

» II. *Action du chlorure de benzoyle à haute température* (220° *environ*) *en présence d'un excès de ce réactif.* — D'une façon générale, cette action conduit à des produits dérivant des composés benzoylés précédemment décrits, par perte d'une molécule d'eau, et répondant à la formule générale

R
Az
C.C⁶H⁵.
AzO²
Az

» 1. R *est représenté par le radical phényle* C^6H^5. — De la *p*-nitro-*o*-amidophénylaniline (1 partie), placée dans un ballon bien sec, est additionnée de chlorure de benzoyle (2 parties). Il se forme, avec élévation de température, un corps jaune le dérivé benzoylé). On chauffe alors au bain d'huile en élevant progressivement la température jusqu'à fusion complète. Il se dégage abondamment de l'acide chlorhydrique. Enfin, la masse étant complètement liquide, le dégagement gazeux cesse. Le thermomètre, plongé dans le bain d'huile, marque 210°-215°. On laisse refroidir. La masse solide est traitée par de l'eau chargée de carbonate de soude pour détruire l'excès de chlorure d'acide ; la partie insoluble dans le liquide alcalin, après ébullition prolongée, est lavée à l'eau chaude, puis séchée.

» Le produit brut est repris par l'alcool bouillant. Par refroidissement, on obtient des aiguilles fondant à 181°. Ces aiguilles, séchées à 100°, ne perdent pas de poids.

Elles donnent, après cette dessiccation, les résultats suivants à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $AzO^2.C^6H^3\langle{}^{Az}_{Az}\rangle C.C^6H^5$ (avec C^6H^5 sur Az).
C....................	72,84 pour 100	72,34
H....................	4,31 »	4,12

» Elles constituent donc l'anhydride interne

$$AzO^2-C^6H^3\langle{}^{Az(C^6H^5)}_{Az}\rangle C.C^6H^5.$$

» Et la réaction qui a donné naissance à cet anhydride peut être représentée par l'équation

$$AzO^2.C^6H^3\langle{}^{AzH-C^6H^5}_{AzH^2} + 2C^6H^5COCl$$

$$= AzO^2.C^6H^3\langle{}^{Az(C^6H^3)}_{Az}\rangle C.C^6H^5 + 2HCl + C^6H^5CO^2H.$$

» En opérant de même, on a obtenu les anhydrides suivants, désignés par le radical qui représente R :

2. R = *p* - tolyle : $C^6H^4.CH^3$,	aiguilles blanches, pf : 177°-178°
3. R = *o* - tolyle : $C^6H^4.CH^3$,	aiguilles jaunâtres, pf : 172°-173°
4. R = α - naphtyle : $C^{10}H^7$,	petits cristaux jaunes, pf : 171°-173°
5. R = β - naphtyle : $C^{10}H^7$,	aiguilles jaunes, pf : 177°-178°
6. R = méthyle : CH^3,	cristaux jaunes, pf : 140° avec décomp.

» Les produits de réduction de ces anhydrides sont à l'étude [1]. »

CHIMIE. — *Sur la formation des hydrates mixtes de l'acétylène et de quelques autres gaz.* Note de MM. **de Forcrand** et **Sully Thomas**.

« L'étude détaillée, faite par l'un de nous [2], des composés hydratés et cristallisés qui se forment par l'union, en présence de l'eau, de l'hydro-

(1) Laboratoire d'études et de recherches de l'École municipale de Physique et de Chimie de Paris; juillet 1897.

(2) *Thèse de Paris* (1882). (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVIII, p. 5.)

gène sulfuré et d'un grand nombre de dérivés halogénés de la série grasse, nous a conduits à supposer que des combinaisons analogues pourraient se produire, par l'union avec l'eau, de ces mêmes composés et de quelques gaz susceptibles de donner des hydrates simples à 0°, et sous de faibles pressions.

» Un premier essai, fait en introduisant dans le tube à compression de l'appareil Cailletet de l'acétylène pur et quelques gouttes d'eau et de CCl^4, nous a donné, à 0° et sous une pression de 20 atmosphères environ, une combinaison cristalline que nous avons pu conserver jusqu'à $+5^{\circ}$, sous une pression à peine supérieure à la pression atmosphérique, et qui se décomposait avec effervescence à une température plus élevée.

» Ce n'était donc ni un hydrate simple d'acétylène (qui a une tension de près de 6 atmosphères à 0°), ni un hydrate simple de CCl^4 qui ne donnerait pas d'effervescence en se décomposant.

» On peut obtenir en plus grande quantité cet hydrate mixte en faisant passer de l'acétylène pur et refroidi, saturé de vapeurs de CCl^4, dans un flacon maintenu à 0° et contenant quelques fragments de glace. On provoque une légère pression à l'intérieur de l'appareil, en faisant plonger plus ou moins le tube à dégagement du gaz dans une éprouvette remplie de mercure. Nous avons obtenu ainsi, à 0° et sous une pression supérieure de $\frac{1}{2}$ atmosphère environ à la pression atmosphérique, dans le flacon renfermant la glace, des croûtes blanches, cristallines, rappelant les cristaux qui se forment avec H^2S, dans les mêmes conditions. Ce corps, que nous avons pu conserver jusqu'à $+5^{\circ}$ et sous la pression atmosphérique, se décompose à une température plus élevée en donnant un dégagement abondant d'acétylène : c'est donc bien un hydrate mixte d'acétylène et de tétrachlorure de carbone.

» En opérant dans les mêmes conditions et en remplaçant le tétrachlorure de carbone par $CHCl^3$, $C^2H^4Cl^2$, CH^3I, $CHBr^3$, $C^2H^3Br — Br^2$, CH^2Cl^2, $C(CH^3)Cl^3$, CH^2I^2, etc., nous avons obtenu des hydrates mixtes. Dans chacun des cas, nous nous sommes assurés que ces corps se décomposaient en donnant de l'acétylène.

» Il nous a paru intéressant de rechercher aussi si nous ne pourrions pas réaliser les combinaisons hydratées de ces mêmes dérivés halogénés avec d'autres gaz. Nos expériences ont porté sur C^2H^4, CO^2, SO^2. Nous avons réussi à obtenir des cristaux susceptibles de se former et de se conserver à plusieurs degrés au-dessus de 0°. Ces cristaux n'étaient pas constitués par de la glace : ce n'étaient pas non plus des hydrates simples formés par

les gaz ou par les liquides employés, puisqu'ils se décomposaient avec effervescence en régénérant le gaz qui avait servi à les former, et qu'ils étaient beaucoup plus stables que les hydrates simples des gaz.

» Ces expériences pourraient peut-être être rapprochées de celles qui ont été décrites dès 1840 par Wœhler (hydrate mixte d'alcool et de H^2S), et plus tard par MM. Schützenberger (hydrate mixte de CS^2 et de H^2S) et Cailletet (hydrate mixte de PH^3 et de CO^2); peut-être même devrait-on comprendre dans cette famille les nombreux sels acides hydratés, et notamment les chlorhydrates de chlorures, bromhydrates de bromures, etc.

» Il existerait donc toute une série de « ces combinaisons qui se distinguent » par leur formation facile, par leur peu de stabilité qui leur permet de se » dédoubler sous les influences les plus légères », combinaisons dont M. Berthelot indiquait déjà l'importance en 1856.

» A première vue, ces corps pourraient être considérés comme des combinaisons de deux hydrates, telles que

$$2(H^2S + 6H^2O) + (M + nH^2O),$$

combinaisons présentant constamment une stabilité plus grande que chacun des deux hydrates constituants.

» L'un de nous se propose d'en poursuivre l'étude détaillée et d'établir notamment leur composition chimique et leur mode de décomposition à différentes températures et sous des pressions variables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur le térébenthène gauche*. Note de MM. G. Bouchardat et J. Lafont.

« Dans une publication déjà ancienne, nous avons montré que l'acide sulfurique concentré s'unissait directement aux divers térébenthènes, en fournissant de notables proportions de terpilènes bouillant au-dessus de 175°; des polymères liquides bouillant de 310° à 320° et d'autres solides à froid; du bornéol lévogyre $C^{20}H^{18}O^2$ fusible à 214°, un isomère dextrogyre fondant vers 50°, et enfin des composés sulfuriques neutres au papier de tournesol et qui, traités à 150° par la potasse, donnaient des sels de potasse répondant à la formule $C^{20}H^{16}S^2HKO^8$.

» Nous venons compléter l'étude de ces derniers composés dont nous avons, dans ce but, modifié le mode d'obtention.

» Nous avons incorporé à l'essence de térébenthine française lévogyre

un dixième de son poids d'acide sulfurique, avec les précautions indiquées. Le produit total a été chauffé à 150° à l'autoclave avec un excès de potasse alcoolique. Le produit a été traité par beaucoup d'eau. Les huiles surnageantes sont constituées par du térébenthène inaltéré $C^{20}H^{16}$, un peu de camphène $C^{20}H^{16}$, des terpilènes $C^{20}H^{16}$ et leurs polymères liquides bouillant de 310° à 320° et d'autres solides à basse température. Ces huiles nous ont fourni une certaine proportion de bornéol lévogyre ordinaire et de son isomère fusible vers 50° [1] et dextrogyre. L'eau retient en dissolution les sels potassiques formés dans cette action.

» Ces sels ont été recristallisés d'abord dans l'eau, pour isoler le plus grand excès d'alcali, puis dans l'alcool concentré. Ils agissent sur la lumière polarisée. Ils sont formés par deux composés très distincts, de même composition chimique $C^{20}H^{16}S^2KHO^8$. Nous avons pu les isoler par une suite laborieuse de cristallisations, d'abord dans l'alcool à 99°, puis, pour finir, dans l'alcool à 50 pour 100.

» Le moins soluble de ces sels, que nous appelons *térébenthénosulfate de potasse* gauche ou isobornéolsulfate, est encore très soluble dans l'eau; dans l'alcool à 50°; soluble dans l'alcool absolu; il se présente sous forme de cristaux lamellaires rappelant l'aspect de l'acide borique, mais plus épais et mieux définis. Il répond à la formule indiquée : $K = 14,38$ à $14,30$, théorie $14,33$; $C = 44,03$, $H = 6,28$, théorie $44,1$ et $6,25$; son pouvoir rotatoire en solution alcoolique à 50 pour 100 et au $\frac{1}{10}$ est $[\alpha]_D = -25$.

» Il est très stable en solution aqueuse, à condition d'être en présence d'un très léger excès d'alcali. Mais pur, il est facilement décomposé, surtout à chaud, ou lorsqu'on ajoute un acide pour mettre en liberté l'acide sulfoconjugué. Le sel de potasse pur ne peut être desséché qu'à froid en présence d'acide sulfurique. L'eau à froid décompose le sel de potasse, et mieux l'acide libre, en donnant de l'acide sulfurique ou du bisulfate de potasse et du bornéol gauche, dont le pouvoir rotatoire a été trouvé de $-36°48'$, c'est-à-dire identique au bornéol retiré de l'essence de valériane ou du n'gai. On retrouve dans l'eau la totalité du soufre décelé à l'analyse, sous forme de $S^2O^8H^2$. L'eau agissant à 100° donne un bornéol moins actif $[\alpha]_D = -32°$ à $-31°40'$, ce qui tient à l'action exercée sur le produit par l'acide sulfurique mis en liberté.

» Le sel de potasse examiné, *térébenthénosulfate* de potasse, possède un

---

(1) Dans une prochaine Note, nous établirons l'identité de ce corps avec l'alcool correspondant de l'isomère optique du camphre anisique ou fenchone.

ensemble de propriétés comparables à celles du sulfovinate de potasse : son acide est un véritable éther sulfurique du bornéol gauche ou plutôt un isomère. Il correspond au dédoublement, par la potasse alcoolique, d'un véritable *éther sulfurique neutre du bornéol gauche* : d'une part, en bornéol gauche; d'autre part, en le sel examiné. Cette opinion est confirmée par l'examen des produits volatils de l'action de la potasse, où nous avons trouvé du camphène gauche et le bornéol lui-même de déviation inférieure à -32°, bornéol signalé d'ailleurs précédemment par Tilden, puis par nous dans les produits accompagnant le térébène ou camphène inactif par compensation. L'acide nitrique à l'ébullition oxyde le sel potassique et donne du camphre lévogyre $[\alpha]_D = -41^{\circ}40'$, fusible à 203°, c'est-à-dire identique à celui que nous avons obtenu précédemment en partant du térébenthène gauche et identique au camphre de Matricaire.

» Le second sel, obtenu dans l'action successive de l'acide sulfurique sur le térébenthène gauche, puis de la potasse, se présente sous la forme de longues aiguilles feutrées, soyeuses, anhydres. Les propriétés générales de ce sel sont comparables à celles du térébenthénosulfate de potasse; sa composition est la même : $C = 44,08$; $H = 6,25$; $K = 14,36$. Seulement le pouvoir rotatoire en est différent; dans les mêmes conditions de dilution on trouve $[\alpha]_D = +10^{\circ}$. Stable en présence de l'eau et d'alcali, il se décompose en solution neutre ou acide dès 0°, et à 100° en acide sulfurique, dosé totalement, et un produit restant en surfusion à $+15^{\circ}$, mais qui donne, après distillation à 198°, des cristaux fusibles vers 45°.

» C'est l'alcool que nous avons obtenu dans l'action de divers acides sur le térébenthène gauche et que nous avons primitivement désigné sous le nom de *isobornéol* $C^{20}H^{18}O^{2}$ droit. Le produit obtenu dans la réaction à 150° n'a qu'un pouvoir rotatoire de $+9^{\circ}20'$ à $+10^{\circ}$. Cet alcool est plus altérable que le bornéol; il noircit facilement en présence de $S^{2}O^{8}H^{2}$. Nous démontrerons prochainement son identité avec le fenchol dextrogyre.

» L'acide nitrique attaque facilement à chaud cet alcool ainsi que le sel de potasse correspondant en donnant un produit liquide à 15°, cristallisable au-dessous de 0°, déviant fortement à gauche le plan de polarisation $[\alpha]_D l = 10 = -50^{\circ}$, identique avec le *camphre liquide* obtenu par nous dans l'oxydation des isobornéols de synthèse.

» Dans les produits liquides de l'action primitive nous n'avons pu retrouver le *fenchène* $C^{20}H^{16}$ qui dérive du fenchol par déshydratation, comme

le camphène dérive du bornéol; par contre, il est facile d'y signaler la présence de cymène $C^{20}H^{14}$.

» Ces faits tendraient à infirmer l'opinion de M. Wallach, qui considère le fenchol, la fenchone comme se rattachant au métacymène et non au paracymène ou cymène ordinaire.

» Les eaux-mères des sels précédents renferment deux autres composés salins de nature toute différente, inactifs, dont nous terminons l'examen. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Développement de principes aromatiques par fermentation alcoolique en présence de certaines feuilles.* Note de M. **Georges Jacquemin.**

« Les feuilles, à différentes époques de la végétation, sont le siège d'une élaboration de principes immédiats, que la plante utilise au profit d'autres organes, du fruit par exemple, soit dès qu'ils ont été formés, soit après les avoir tenus en réserve pour les abandonner au moment voulu. Le fruit, en effet, peut acquérir au temps de la maturation une saveur caractéristique, due suivant toute probabilité à l'introduction de ce principe, dont on a perçu l'odeur caractéristique dans le cassis par exemple, ou à l'arrivée et au dédoublement du principe en question, *dont on n'a pu entrevoir l'odeur* ou la saveur, dans le pommier, le poirier, le framboisier, etc.

» Les feuilles de bien des végétaux, portant des fruits à saveur nettement caractéristique, n'ont par elles-mêmes rien qui puisse faire soupçonner en elles la cause de cette saveur si bien définie. Qu'on les froisse entre les doigts, ou qu'on les broie dans un mortier, on ne perçoit aucune odeur ou aucune saveur aromatique ou parfumée. Qu'on les fasse bouillir avec de l'eau, et l'on n'en sentira généralement pas davantage.

» Il m'a semblé que ces principes particuliers à certaines feuilles, dont rien ne saurait, par des moyens physiques, révéler la nature ou pressentir le rôle physiologique que je leur attribue dans le fruit en voie de maturation, pourraient bien être assimilés à des glucosides. On peut concevoir, en effet, que de tels corps, arrivant dans le fruit à une certaine période de la vie du végétal et y rencontrant une diastase, se dédoublent sous cette influence en glucose ou matière sucrée, qui augmente la saveur sucrée du fruit, et en un principe plus ou moins aromatique qui caractérise cette saveur.

» Guidé par cette hypothèse, j'ai été conduit aux expériences suivantes, qui ont servi de point de départ à d'autres dont je me propose de présenter les résultats à l'Académie.

» J'immerge, par exemple, des feuilles de pommier ou de poirier dans un liquide, sucré à 10 ou 15 pour 100 de sucre, puis j'y ajoute une levure, ou Saccharomyces, choisie de manière à déterminer la fermentation sans donner de bouquet. Dès que la fermentation est en marche, on sent manifestement une odeur de pommes ou de poires, suivant la nature de la feuille; lorsque la fermentation est terminée, après dépôt de la levure, on obtient un liquide d'un jaune paille plus ou moins accentué, qui, soumis à la dégustation, manifeste les caractères d'une boisson à bonne saveur, qui rappelle la pomme ou la poire et qui, par distillation, donne une eau-de-vie possédant un fin bouquet de fruit, pomme ou poire.

» Ce résultat montre que la levure, par une diastase qu'elle excrète, opère le dédoublement de ce glucoside, de ce principe particulier des feuilles, en un produit aromatique spécial et en un sucre qui fermentera avec le sucre du liquide qui fait fonction de milieu de cette vie cellulaire.

» Une fermentation du même genre, en présence de feuilles de vigne, donne un liquide à odeur et saveur vineuse très marquées et, par distillation, une eau-de-vie de fin bouquet. Cette expérience a été réalisée avec les feuilles de la vigne de ma propriété de Malzéville, près Nancy, qui donne un vin sans bouquet marqué. Il est permis d'espérer que la saveur vineuse serait accompagnée d'un bouquet d'autant plus fin que les feuilles proviendraient de cépages producteurs de meilleurs vins : c'est ce que je vais entreprendre de réaliser expérimentalement.

» Il est encore une remarque à signaler : c'est que le développement d'un principe aromatique, par fermentation des feuilles dans un moût sucré, est d'autant plus intense que l'on s'approche de l'époque où le fruit pourra user de cette réserve en vue de sa maturation. On comprend que, fin mai ou commencement de juin, les feuilles ne sauraient donner un résultat aussi complet que fin juillet et août. Quoi qu'il en soit, les résultats que l'on obtient en juin sont déjà fort remarquables.

» Certains de ces principes aromatiques étant très volatils, il s'en dégage beaucoup pendant la fermentation : ce fait est très en évidence dans la fermentation des feuilles de framboisier, sur laquelle je reviendrai. Or, si l'on voulait éviter cette déperdition, il conviendrait de diriger les gaz de la fermentation à travers un condensateur garni d'alcool, qui dissoudra l'arome dégagé, ou de faire passer ce gaz odorant à travers tout appareil

pouvant servir à fixer les huiles essentielles ou les parfums les plus fugaces.

» Dans toutes ces fermentations de feuilles diverses j'ai constaté que l'intensité de l'odeur du principe aromatique était plus grande, mieux accentuée, lorsqu'on opérait la distillation avant que la fermentation fût entièrement terminée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une nouvelle enzyme hydrolytique « la caroubinase ».* Note de M. J. Effront.

« L'hydrate de carbone que nous avons isolé de la graine du *seratonia siliqua* est facilement hydraté par des acides dilués, ainsi que par une diastase spéciale *la caroubinase*.

» Cette enzyme se forme pendant la germination des graines du caroubier. La transformation de la caroubine et la sécrétion de la diastase peuvent être observées en laissant germer l'embryon isolé du grain, en présence de caroubine.

» Le germe séparé de l'albumen et cultivé dans l'obscurité se développe très lentement et donne, après huit à dix jours, une radicelle de la longueur du germe. Transporté ensuite dans de la terre calcaire et à la lumière, le germe se développe en plantule chétive, qui succombe généralement en trois à quatre semaines.

» Tout autre est la marche de la croissance lorsque l'embryon isolé est cultivé dans une enveloppe de caroubine gonflée ; la germination est plus rapide ; on obtient une radicelle de la longueur du grain ; le germe, transporté dans de la terre, se développe rapidement en une plantule à plusieurs branches.

» Pendant la germination à l'abri de la lumière, l'enveloppe artificielle est fortement gonflée et en partie liquéfiée, mais la quantité d'hydrate de carbone absorbé est peu considérable.

» La liquéfaction et l'absorption de la caroubine marchent beaucoup plus rapidement dès qu'apparaît la chlorophylle dans la plantule.

» Le germe développé dans l'obscurité et transporté dans une terre calcaire absorbe, en trois ou quatre jours, une quantité égale à son poids d'enveloppe de caroubine.

» Parallèlement à l'absorption de l'hydrate de carbone, on constate l'apparition de l'enzyme hydrolytique.

» Nous avons, pour suivre la marche de la sécrétion, adopté la méthode suivante :

» Nous prélevons, à divers moments de la germination, une vingtaine de grains que nous broyons dans un mortier; nous y ajoutons 20^{cc} d'eau et quelques gouttes de chloroforme. On laisse macérer pendant vingt-quatre heures à 30°. On presse et l'on filtre le liquide. On détermine dans le liquide filtré la quantité des substances actives.

» A cet effet, on verse dans un tube à réactif 50^{cc} d'eau auxquels on ajoute $0^{cc},1$ d'acide formique normal et 1^{gr} de caroubine pulvérisée. On mélange et on additionne $2^{cc},5$, 5^{cc}, 10^{cc}, 15^{cc} du liquide actif à analyser. S'il y a lieu, on amène le volume à 30^{cc} et l'on abandonne pendant trois heures à 45°.

» Tous les échantillons reçoivent une dose de chloroforme et sont préparés en double, d'une part avec de l'infusion fraîche, d'autre part avec cette même infusion maintenue pendant une demi-heure à 90°.

» On juge de l'activité de l'infusion par le degré de gélatinisation de celle-ci. Le contenu des tubes, avec infusion chauffée à 90°, est complètement gélatinisé; celui des tubes, avec infusion active, est plus ou moins liquide.

» Il est aisé de se rendre compte du degré de fluidité du liquide : seuls, ceux qui ont été additionnés d'une quantité suffisante de diastase traversent le filtre, tandis que les autres ne passent pas.

» Par cette méthode, on voit que la sécrétion de l'enzyme est généralement très faible pendant la période de germination proprement dite, et qu'elle devient plus active dès que la plantule est munie de la chlorophylle.

» Une infusion de germes en croissance, traitée avec cinq fois son volume d'alcool, fournit un précipité riche en azote et offrant toutes les propriétés du liquide actif.

» La caroubinase agit déjà énergiquement à 40°, et son action augmente avec la température jusqu'à 50°; la température optima est entre 45° et 50°; à 70°, l'action devient très faible, et à 80° l'enzyme est détruite.

» L'enzyme agit très faiblement dans un milieu neutre.

» Une addition de $0^{gr},01$ à $0^{gr},03$ d'acide formique pour 100 de liquide favorise l'action de l'enzyme.

» La caroubinase est à la fois agent liquéfiant et saccharifiant.

» Par l'analyse de la gelée de caroubine soumise à l'action de l'enzyme, on constate qu'au moment de la liquéfaction le liquide ne contient que des traces de sucre réducteur, et que la substance réductrice augmente au fur et à mesure que l'influence de l'enzyme se prolonge.

» La caroubine liquéfiée par l'enzyme se précipite facilement par l'alcool, mais le précipité n'a plus les propriétés de la caroubine : il est

fortement dextrogyre et se dissout facilement dans l'eau. Traité par les acides minéraux faibles, le précipité est transformé en un sucre particulier : la *caroubinase*.

» Le sucre formé par l'action de l'enzyme n'est pas semblable au produit obtenu par les acides.

» Nous avons constaté, pendant la germination du *seratonia siliqua*, qu'il se produit des pectases et une diastase agissant sur la matière grasse.

» Nous traiterons, dans une Communication ultérieure, du produit de la transformation de la caroubine par les acides et les diastases [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse optique des urines, sucre diabétique thermo-optique positif et négatif.* Note de M. **Frédéric Landolph**. (Extrait.)

« *Sucre thermo-optique positif ou sucre diabétique proprement dit.* — Quand on est en présence d'une urine franchement diabétique, la fermentation s'effectue avec une rapidité extraordinaire; elle est terminée en bonne partie déjà au bout de vingt minutes à une demi-heure, et cela à la température ordinaire de 15° et même à des températures plus basses encore. C'est la caractéristique du sucre diabétique par excellence. Son pouvoir réducteur est le double de celui du sucre de raisin, en sorte que 100^{gr} de sucre diabétique correspondent, non pas à 220^{gr}, 5, mais en réalité à 441^{gr} d'oxyde de cuivre.

» Le sucre diabétique est thermo-optique positif, comme le sucre commercial, c'est-à-dire que, lorsque l'urine qui le contient est examinée au polaristrobomètre à la température ordinaire et réexaminée une autre fois après avoir subi l'ébullition, le pouvoir optique a augmenté un peu et souvent même de plusieurs degrés. La quantité de sucre des urines réellement diabétiques, correspondant à la fermentation, est généralement d'accord avec la quantité indiquée par le polaristrobomètre. En dosant, dès lors, le sucre dans les urines d'après le procédé de Fehling seulement, la quantité obtenue en est de beaucoup trop élevée, et d'autant plus élevée que le sucre diabétique est plus prédominant sur le sucre thermo-optique négatif qui l'accompagne toujours et dont le pouvoir réducteur seul se rapproche de celui du sucre de raisin.

(1) Bruxelles, Institut des fermentations.

» Je propose donc d'abandonner le dosage du sucre dans les urines par la solution de Fehling : d'abord, parce que ce dosage n'est jamais exact, puisque la fin de la réaction n'est basée que sur des appréciations calorimétriques; ensuite, parce qu'il y a un bon nombre d'urines qui réduisent beaucoup, sans renfermer pour cela du sucre, qu'il y en a même qui ne réduisent pas sensiblement et qui pourtant en contiennent une quantité notable, et avant tout parce que ce dosage part du principe faux, que le sucre diabétique doit réduire au même degré que le sucre de raisin.

» Pour les coefficients de réduction, il faut observer exactement la température d'introduction de réaction, laquelle, pour quelques rares urines, se trouve déjà un peu au-dessus de 50°, pour les urines diabétiques entre 71° et 76° et pour les urines normales à 100°, après une durée d'une à quatre minutes d'ébullition.

» L'hydrate de protoxyde de cuivre obtenu par le sucre diabétique est jaunâtre, pâteux et assez léger, tandis que l'anhydride de protoxyde de cuivre obtenu par le sucre de raisin, le sucre commercial, l'acide urique, l'urate de soude, l'urée, etc., est rouge vif ou rouge foncé, sablonneux et lourd. Ce protoxyde rouge s'obtient aussi quelquefois sur des urines diabétiques ayant subi certaines transformations. Le sucre diabétique est très stable et souvent même reste intact encore au bout de plusieurs mois.

» *Sucre thermo-optique négatif.* — Le sucre diabétique est toujours accompagné d'une certaine quantité de sucre thermo-optique négatif, se comportant comme le sucre de raisin et perdant par l'ébullition, en partie ou en totalité, son pouvoir rotatoire positif. Ce sucre fermente beaucoup plus lentement que le sucre diabétique, n'est pas identique avec le sucre de raisin et précède généralement le diabète. Souvent j'ai examiné des urines déviant à droite de plusieurs degrés, fournissant à la fermentation la quantité d'acide carbonique correspondant au sucre indiqué par le polaristrobomètre, mais qui, portées à l'ébullition, perdent leur pouvoir optique dextrogyre complètement, ne donnant alors que la déviation normale lévogyre, due surtout à l'acide urique libre et aux urates.... »

CHIMIE AGRICOLE. — *Composition des haricots, des lentilles et des pois.* Note de M. **Balland**.

« 1. Les analyses que nous avons effectuées sur les haricots, les lentilles et les pois sont condensées dans le Tableau suivant :

	Haricots.		Lentilles.		Pois.	
	Minimum p. 100.	Maximum p. 100.	Minimum p. 100.	Maximum p. 100.	Minimum p. 100.	Maximum p. 100.
Eau	10,00	20,40	11,70	13,50	10,60	14,20
Matières azotées	13,81	25,16	20,32	24,24	18,88	23,48
» grasses	0,98	2,46	0,58	1,45	1,22	1,40
» sucrées et amylacées	52,91	60,98	56,07	62,45	56,21	61,10
Cellulose	2,46	4,62	2,96	3,56	2,90	5,52
Cendres	2,38	4,20	1,99	2,66	2,26	3,50
Poids moyen de 100 grains	20gr,00	134gr,60	2gr,49	6gr,56	15gr,46	50gr,00

» 2. *Haricots.* — Le minimum des matières azotées et le maximum des matières grasses indiqués plus haut ne se rencontrent qu'exceptionnellement dans de très gros haricots, d'origine espagnole. Pour tous les autres produits examinés, blancs ou colorés (*canaris d'Autriche, chartres français, chevriers français, cocos d'Illyrie, lingots de Galicie, nains perles étrangers, petits plats français, soissons français, suisses rouges*, etc.), les écarts sont moins accusés et se rapprochent des résultats obtenus avec les pois et les lentilles; le poids moyen maximum du grain diminue presque de moitié, car il passe, dans le Tableau ci-dessus, de 1gr, 34 à 0gr, 78.

» Les germes, comme pour la fève, sont très azotés et relativement pauvres en matières grasses.

» 3. *Lentilles.* — La composition des lentilles, à l'exception de la cellulose, en moindre quantité, offre assez d'analogie avec la composition des fèves examinées précédemment. Les lentilles d'Égypte, ainsi que les fèves de même provenance, tiennent le premier rang pour l'azote. Les lentilles d'Auvergne, presque aussi petites que celles d'Égypte, sont plus azotées que les lentilles de Bohême, d'Espagne, de Moravie et de Russie, dont le poids moyen du grain est deux fois plus élevé.

» 4. *Pois.* — Les différentes variétés de pois (*pois blancs de France, d'Allemagne, du Canada; pois verts indigènes de l'Est, du Nord, de Noyon; pois verts de Hollande*) offrent une composition assez uniforme, qui les rapproche davantage des haricots que des lentilles.

» Les pois non entièrement formés sont plus azotés que les pois récoltés à leur parfaite maturité : ce fait a déjà été signalé par Poggiale en 1856. Il n'est pas indifférent de le rappeler aux fabricants et aux consommateurs, aujourd'hui que les petits pois de conserve entrent de plus en plus dans l'alimentation.

» 5. Les haricots, les lentilles et les pois présentent la même acidité

que les fèves; ils ne laissent à la décortication que 7 à 9 pour 100 d'enveloppes, beaucoup moins, par conséquent, que les fèves. Pour les haricots et les lentilles, la proportion de cellulose résistante ne dépasse pas 30 pour 100 dans les enveloppes, alors qu'elle atteint dans les pois, comme dans les fèves, jusqu'à 48 pour 100. Aussi ces dernières denrées contiennent-elles plus de cellulose que les lentilles et les haricots. Dans les amandes seules ou les produits décortiqués, on observe moins d'écart. La cellulose diminue et les matières grasses et azotées sont en plus fortes proportions; il y a aussi plus de matières minérales, les enveloppes laissant généralement moins de cendres à l'incinération que les amandes. A poids égal, les pois cassés du commerce sont ainsi plus nourrissants que les pois secs ordinaires.

» 6. Les pois, les haricots et surtout les lentilles se conservent pendant longtemps sans éprouver de modifications dans leur constitution chimique. Ils gonflent considérablement dans l'eau, à la température ordinaire. Dans l'année qui suit la récolte, la prise d'eau atteint 100 pour 100 en vingt-quatre heures; mais, au delà, la prise est plus lente et la proportion moins élevée : l'amande est plus sèche, plus terne, plus cornée et moins perméable.

» 7. La surface occupée par les fèves, les haricots, les lentilles et les pois est extrêmement restreinte en France, puisqu'elle ne dépasse guère 0,65 pour 100 de la surface totale du territoire. De là, la nécessité d'avoir recours à d'onéreuses importations de l'étranger (plus de 23 millions de francs en 1895). A l'instar de ce qui se fait chez nos voisins de Belgique et d'Allemagne, il semble que nos agriculteurs devraient donner beaucoup plus d'extension à la culture de ces légumineuses, qui, par leur forte teneur en matières azotées assimilables, offrent tant de ressources à l'alimentation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action physiologique du venin de Salamandre du Japon* (Sieboldia maxima). *Atténuation par la chaleur et vaccination de la Grenouille contre ce venin.* Note de M. **C. Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

« Depuis que Siebold, en 1829, a introduit en Europe la Salamandre du Japon, pour laquelle Schlegel a créé le genre *Sieboldia*, cet animal a été étudié surtout au point de vue morphologique; mais aucun auteur, que je sache, ne s'est occupé de l'étude physiologique de son venin.

» Il n'est pas très facile de se procurer ce venin en grande quantité. Le procédé qui m'a le mieux réussi est la compression de la peau du dos avec une spatule en platine adaptée à cet usage. On obtient ainsi un liquide blanc, laiteux, à odeur forte et pénétrante. Il est immédiatement recueilli et agité dans l'eau distillée, où il se dissout en partie. L'autre partie se coagule en amas, très visqueux, qui restent collés à la spatule.

» La solution opaline ainsi obtenue peut être conservée plusieurs jours, si on l'additionne de quelques gouttes de chloroforme. Elle ne tarde pas à s'atténuer. L'addition de glycérine en permet une conservation plus longue; mais, à cause de ses propriétés toxiques convulsivantes sur la Grenouille, la solution glycérinée ne peut être employée.

» Le venin, desséché dans le vide et conservé à l'air, s'altère peu à peu : au bout d'un mois, il a perdu toute sa toxicité. La dessiccation à 58° le détruit complètement. Le précipité ainsi que l'extrait alcoolique sont dépourvus de toute action nocive.

» En raison de cette altérabilité, le mieux est donc d'employer une solution récente de venin; cette solution est fortement alcaline.

» *Action physiologique*. — Inoculé dans le sac lymphatique dorsal de la Grenouille, le venin de Salamandre du Japon détermine des symptômes locaux et généraux.

» *Symptômes locaux*. — Ils consistent en une tuméfaction œdémateuse, avec congestion intense qui se traduit par un piqueté hémorragique de la peau, bien visible si l'injection a été faite à la face ventrale. Le gonflement s'accentue de plus en plus, et, si la dose de venin n'est pas rapidement mortelle, on voit, après vingt-quatre heures, le sac lymphatique distendu et fluctuant. Cet œdème diminue ensuite insensiblement et l'animal guérit; ou il persiste, et la mort arrive en quatre ou cinq jours. Le liquide de l'œdème est louche, grisâtre et rempli de fausses membranes.

» Chez les Mammifères, cette action locale est très prononcée, la douleur est très vive; l'animal ne peut plus se servir de son membre et le processus inflammatoire aboutit à une véritable mortification des tissus. Déposé sur la conjonctive d'un chien, le venin y produit une inflammation intense qui dure quatre à cinq jours.

» *Symptômes généraux*. — Sur une Grenouille qui a reçu une forte dose de venin, on peut observer les symptômes suivants : au bout de dix à quinze minutes, le saut devient difficile et pénible; les pattes postérieures sont lentement et incomplètement ramenées contre l'abdomen, puis elles ne tardent pas à être paralysées. Les mouvements respiratoires deviennent irréguliers et finissent par s'arrêter. En moins d'une demi-heure, l'animal, absolument flasque et mis sur le dos, reste immobile. Les réflexes sont considérablement amoindris; le cœur se ralentit et bientôt s'arrête en diastole.

» A ce moment, l'excitabilité nerveuse et musculaire persiste encore,

mais diminue rapidement et s'éteint en trente ou quarante minutes, la première avant la seconde.

» Chez le Lapin, l'injection intra-veineuse détermine en quelques minutes de l'incoordination des mouvements, de la paralysie et la mort avec arrêt du cœur en diastole. L'excitabilité du crural et du phrénique est abolie, alors que l'irritabilité musculaire est presque intacte. D'après ces résultats sur la Grenouille et le Lapin, on peut admettre que le poison atteint d'abord les centres nerveux et ensuite les nerfs.

» *Atténuation par la chaleur.* — Une solution de venin chauffée à l'ébullition et maintenue pendant une demi-minute dans l'eau bouillante perd ses propriétés toxiques. Il faut abaisser d'une manière notable la température pour ne pas détruire le venin. Un chauffage de quinze minutes, à 45°, le laisse à peu près intact. Mais, à partir de 50°, l'altération est très marquée : du venin chauffé pendant vingt minutes à 50° n'occasionne plus qu'une irritation locale qui se traduit par de l'œdème; il en est de même pour le venin chauffé à 56°. Pour que toute action locale et générale soit à peu près supprimée il faut chauffer à 60° pendant vingt minutes. Dans ces conditions, on peut inoculer sans danger 3 ou 4 fois la dose mortelle dans le sac lymphatique dorsal d'une Grenouille.

» *Vaccination de la Grenouille.* — La Grenouille qui a résisté au venin chauffé à 50° pendant vingt minutes acquiert une résistance plus grande à l'inoculation d'épreuve, mais finit par mourir en quatre ou cinq jours. Si le venin a été chauffé à 56°, la Grenouille survit à l'inoculation d'épreuve, mais elle présente un œdème local accentué. Enfin le venin qui a été maintenu pendant vingt minutes à 60° engendre une vaccination parfaite. L'inoculation d'épreuve, faite au bout de quarante-huit heures, produit encore quelquefois un œdème fugace; mais il ne survient aucun symptôme général : *la Grenouille est vaccinée.* En résumé, le venin de Salamandre du Japon est détruit par oxydation à l'air, par précipitation alcoolique, par ébullition; il s'atténue à une température voisine de 60° et *devient un vaccin.* Ces caractères l'éloignent du venin des autres Urodèles et le rapprochent de certains albuminoïdes toxiques, tels que celui du sérum d'Anguille. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Troubles trophiques consécutifs à la section du sympathique cervical.* Note de MM. **J.-P. Morat** et **M. Doyon**, présentée par M. Chauveau.

« L'un de nous, dans une Communication antérieure, a signalé les déviations nutritives qui, après la section des racines postérieures, surviennent dans le membre correspondant, et insisté sur leur ressemblance avec les lésions analogues observées cliniquement dans nombre d'affections du système nerveux (1). On sait, d'autre part, combien il est facile de provoquer des troubles trophiques du même genre dans le champ de distribution du trijumeau (notamment dans le globe oculaire) en coupant ce nerf dans le crâne par le procédé de Magendie. Du reste, qu'il s'agisse du trijumeau ou des racines médullaires, les mêmes explications ont été proposées pour éclairer la pathogénie de ces lésions, et les mêmes objections soulevées, en raison de l'étroite ressemblance qui existe entre ces nerfs. Nous répétons que ces troubles trophiques ne doivent pas être imputés à l'interruption ou à la paralysie des fibres sensitives qui forment la majeure partie de ces troncs nerveux, mais à des éléments centrifuges qui sont mélangés avec celles-ci et sortent du myélaxe par cette voie en apparence paradoxale.

» La section du sympathique cervical (en plus des phénomènes oculopupillaires et vaso-moteurs auxquels elle donne lieu) est parfois suivie dans la région faciale, dite le *globe oculaire,* d'altérations locales de la nutrition tout à fait semblables à celles qui relèvent de la section du trijumeau. A la vérité, ces désordres ne peuvent pas être provoqués, en coupant le sympathique, presque à coup sûr comme il arrive pour la cinquième paire. En conservant les animaux opérés plusieurs semaines et en les examinant attentivement on a chance de les rencontrer. C'est ainsi que nous avons observé les lésions suivantes, ou ensemble ou isolément : dépoli de la cornée, déformation de la paupière, chute de cils, ulcération du bord de la lèvre inférieure, œdème douloureux de cette lèvre, et, tout récemment, sur un lapin, cataracte molle avec adhérence de l'iris.

(1) J.-P. Morat, *Troubles trophiques consécutifs à la section des racines postérieures médullaires* (*Comptes rendus,* 24 mai 1897).

» La clinique a recueilli, de son côté, un certain nombre d'observations dans lesquelles les déviations trophiques de la face sont rapportées à des lésions, tantôt du trijumeau, tantôt du sympathique cervical.

» Les observateurs tendent naturellement à opposer mutuellement ces deux ordres de faits qui sont en faveur, les uns de l'action du premier, les autres de celle du second de ces nerfs, quand ils ne concluent pas à un partage entre eux deux. Cette opposition ou ce partage d'attribution, nous les retrouvons du reste dans l'exercice de toutes les fonctions (oculo-pupillaires, sécrétoires, vaso-motrices) ressortissant au grand sympathique. Quant à la ressemblance fonctionnelle qui est impliquée par là entre deux nerfs si dissemblables, elle a de quoi surprendre au premier abord; mais elle s'explique facilement si, au lieu d'attribuer ces fonctions en bloc aux groupements conçus pour la commodité de l'anatomie descriptive, nous rapportons celles-ci individuellement anx éléments constituants de ces troncs nerveux, quittes à rapprocher idéalement ceux de ces éléments qui ont des fonctions identiques ou analogues pour en faire les véritables systèmes et sous-systèmes en lesquels se repartage le tissu nerveux.

» En fondant les divisions de celui-ci sur cette base, la seule légitime et rationnelle, on peut dire que *toutes les altérations névrotrophiques sont sous la dépendance du système nerveux moteur ganglionnaire, autrement dit du système sympathique*.

» Le trijumeau, comme tous les nerfs cutanés, contient des éléments ganglionnaires dans ses branches de distribution, mais il les reçoit de deux sources distinctes et éloignées l'une de l'autre. De ces sources, l'une est dans la moelle épinière, laquelle par l'intermédiaire des cinq ou six premières racines dorsales (antérieures et probablement postérieures) et par les rameaux communicants correspondants fournit les origines du sympathique cervico-cranien; celui-ci rejoint la cinquième paire par une anatomie directe étendue entre le ganglion cervical supérieur et le ganglion de Gasser. L'autre est dans le bulbe rachidien qui est un lieu d'origine important pour les nerfs ganglionnaires, et le trijumeau en reçoit de lui qui suivent directement ses racines originelles pour aller se mélanger aux précédentes.

» Une section faite sur la chaîne sympathique cervicale ne supprime donc qu'une portion des éléments ganglionaires du trijumeau, d'où l'absence ou l'atténuation habituelle des troubles trophiques dans ce cas. Une section des origines du trijumeau faite en amont du ganglion de Gasser n'aura elle-même que des effets atténués ou nuls, comme paraît l'avoir vu

Magendie. Mais une section faite sur le ganglion de Gasser, ou un peu en avant, aura chance de supprimer les deux sources à la fois, d'où l'effet toujours plus rapide et plus complet des sections pratiquées à ce niveau, et cela sans que le ganglion lui-même y soit pour rien, comme l'a vu Cl. Bernard.

» Indépendamment de ces attributions fonctionnelles qu'il convenait de préciser, ces lésions dégénératives qu'on produit à distance, en agissant sur des nerfs, ont encore un grand intérêt en ce qu'elles nous désignent le système nerveux dans son ensemble et le système ganglionnaire en particulier comme un intermédiaire possible et peut-être trop souvent oublié entre certaines lésions plus ou moins semblables et les causes diathésiques, toxiques ou banales, auxquelles on les rapporte souvent.

» Dans toutes nos expériences, les interventions sur le système nerveux ont consisté en sections faites aussi nettement que possible, équivalant, par conséquent, à des paralysies des fibres coupées. Est-on autorisé à dire que l'excitation des nerfs n'est pour rien dans les effets produits? Nous ne le pensons pas. Quelque soin qu'on apporte à l'opération, elle peut être suivie d'effets secondaires de nature inflammatoire, dégénérative ou même régénérative des éléments coupés qui peuvent y entretenir un certain degré d'irritation. Mais, même si l'on élimine cette supposition, il faut se rappeler que le système ganglionnaire est un système double (Dastre et Morat), c'est-à-dire composé d'éléments, les uns excitateurs de la fonction et les autres inhibiteurs de cette même fonction, et que la paralysie de ces derniers équivaut en somme à l'excitation des premiers. Une section faite sur un ensemble d'éléments ainsi antagonistes a pour effet de le déséquilibrer, et cette perte de son équilibre se traduit par des effets multiples, parmi lesquels, au bout d'un certain temps, intervient un désordre de la nutrition : c'est tout ce que nous en pouvons dire. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Les éléments centrifuges des racines postérieures médullaires*. Note de MM. **J.-P. Morat** et **C. Bonne**, présentée par M. Chauveau.

« La présence d'éléments nerveux centrifuges dans les racines postérieures peut se démontrer de plusieurs façons : 1° par l'excitation du bout centrifuge de ces racines coupées sur l'animal vivant, laquelle détermine des effets vaso-moteurs dans le membre correspondant, méthode essentiel-

lement physiologique; 2° par l'examen direct de préparations microscopiques sur lesquelles on suit *de visu* des fibres émanées des cellules de la substance grise qui s'engagent dans les racines postérieures, méthode exclusivement anatomique; 3° par l'étude de la dégénération secondaire qui frappe ces éléments un certain temps après leur section, méthode mixte, à la fois anatomique et physiologique.

» L'un de nous, dans un travail antérieur (1), a fait connaître les modifications de l'excitabilité que présentent, quelque temps après leur section, les racines postérieures excitées périphériquement. Ces modifications sont en accord avec l'existence de fibres centrifuges appartenant à ces racines et ayant leurs centres trophiques dans la moelle épinière. La présente Note vise spécialement les altérations observées à l'autopsie sur les racines sectionnées. Celles-ci étaient, en général, la sixième et la septième lombaire et la première sacrée. L'interruption portait sur la racine postérieure de chacune de ces paires d'un côté de la moelle, immédiatement en dehors de la dure-mère rachidienne (section franche avec des ciseaux). Toutes nos expériences ont été faites sur le chien.

» Les animaux ont été sacrifiés, 8, 30, 42, 64, 80 et 106 jours après la première opération. Les racines (postérieures et antérieures) étaient recueillies, soit en dedans, soit en dehors de la dure-mère, et divisées dans le sens de leur longueur en plusieurs tronçons pour être examinées histologiquement en suivant diverses méthodes. Les tronçons, comprenant l'un le ganglion, l'autre la cicatrice, étaient débités en séries suivant des plans longitudinaux passant par les deux racines maintenues accolées, après fixation par l'acide osmique au $\frac{1}{100}$, ou par le liquide de Flemming fort, puis les coupes colorées à la safranine; les autres tronçons, pris soit en dedans, soit en dehors de la dure-mère, étaient réservés pour la dissociation après séjour dans l'acide osmique pendant vingt-quatre heures.

» *Le bout supérieur (médullaire) des racines postérieures ainsi coupées contient constamment un petit nombre de fibres saines au milieu d'un très grand nombre de fibres dégénérées; le bout inférieur (ganglionnaire) contient inversement un petit nombre de fibres dégénérées au milieu d'un grand nombre de fibres saines.*

» Le contraste entre les fibres dégénérées et les fibres saines est très net à partir du huitième jour après la section; il l'est encore après le trentième et le quarantième jour; mais ensuite il s'établit, soit dans le bout ganglionnaire, soit dans le bout médullaire, un travail de *dégénération* des éléments sectionnés qui rend de plus en plus difficile le partage qu'on se propose de faire entre les éléments centripètes et centrifuges. Ces derniers sont normalement (c'est-à-dire en dehors du cas de dégénération) des fibres d'un diamètre moyen ou petit. Nous les avons suivis jusque dans l'intérieur

(1) J.-P. Morat, *Les origines des nerfs vaso-dilatateurs: leurs centres trophiques* (*Comptes rendus*, 3 mai 1897).

du ganglion, nous réservant d'étudier ultérieurement leur trajet dans les nerfs de la périphérie.

» De ces faits nous sommes autorisés à conclure que *les centres trophiques* ou *corps cellulaires de cette classe d'éléments contenus dans la racine postérieure*, côte à côte avec les fibres sensitives, *sont dans la moelle épinière* et, en nous reportant à ce que nous savons de la place ordinaire de ces centres par rapport à l'origine des nerfs moteurs, *nous devons les considérer légitimement comme des éléments centrifuges*. L'examen critique le plus minutieux de nos préparations aussi bien que des conditions de l'expérience ne nous permet pas d'attribuer la dégénération des fibres trouvées altérées dans le bout ganglionnaire à aucune complication survenue en dehors de la section elle-même. Il y a du reste accord entre les preuves tirées de la physiologie et celles tirées de la méthode dégénérative.

» Remarquons seulement que, si la méthode physiologique précise la fonction (vaso-motrice) de certaines de ces fibres, nous ne sommes pas autorisés à attribuer cette seule et unique fonction à toutes les fibres que les méthodes anatomiques désignent comme centrifuges, car malgré leur petit nombre elles peuvent assumer des fonctions diverses que l'expérimentation physiologique pourra distinguer et déterminer dans l'avenir.

» Au point de vue de la morphologie générale, la présence d'éléments centrifuges dans les racines postérieures paraît une dérogation à la loi si simple et si généralement admise que Ch. Bell avait soupçonnée et Magendie démontrée; mais cette dérogation n'est peut-être qu'apparente. La loi de Magendie ne s'applique qu'aux nerfs connus de son temps, les uns moteurs volontaires et les autres sensitifs conscients. Les éléments centrifuges des racines postérieures ne sont nullement équivalents des premiers; l'expérimentation physiologique nous les désigne d'ores et déjà comme des *nerfs moteurs ganglionnaires* et, à la place où nous les examinons (dans les racines médullaires), ils représentent non des nerfs agissant directement sur les tissus, mais des *fibres de projection étendues de la moelle épinière aux noyaux moteurs ganglionnaires du système grand sympathique*. A ce titre ils peuvent émaner de la moelle, soit par les racines postérieures, soit par les racines antérieures, comme nous le montre l'expérimentation physiologique, au moins en ce qui concerne les vaso-moteurs. »

ZOOLOGIE. — *Muscle perforé de la main. Son apparition dans la série animale*. Note de M. A. Perrin, présentée par M. Edmond Perrier.

« La myologie du membre postérieur des Batraciens et des Sauriens m'avait montré que le muscle perforé apparaît assez tard dans la série animale. L'étude du membre antérieur, en confirmant ce résultat, donne des indications assez précises sur le mode de formation de ce muscle.

» Chez les Batraciens, on trouve une couche profonde de fléchisseurs constituée par de très petits muscles, dont les uns vont des métacarpiens aux phalanges basilaires, et les autres d'un segment au segment suivant des doigts. Plus superficiellement est un muscle très développé, qui a ses insertions proximales à l'humérus, au cubitus et au carpe et dont les faisceaux musculaires ou les tendons aboutissent aux différents segments des doigts.

» Chez les Sauriens, la couche profonde des très courts fléchisseurs fait défaut. On trouve le muscle qui correspond à la couche superficielle des Batraciens et qui est son homologue, mais on voit apparaître un muscle plus superficiel, qui n'a pas d'homologue chez les Batraciens. Par suite de sa position, les tendons de ce muscle ne peuvent atteindre les segments qu'ils doivent fléchir qu'en se divisant en deux branches, qui entourent les tendons du muscle sous-jacent. De là un muscle perforant et un muscle perforé.

» Ce muscle, perforé à l'origine, a dû être très court : c'est ce que montre la main de l'*Hatteria* ou de l'*Uromastix*, où il naît d'un tendon transversal allant du radial au pisiforme. Chez d'autres Sauriens, il présente un long ventre, qui n'est généralement pas décrit. C'est ainsi que, chez le *Varanus* et le *Lacerta*, le muscle naît de l'humérus et vient aboutir au tendon transversal, qui a été décrit chez les autres Sauriens. C'est cette disposition que présente le muscle homologue du pied des Sauriens.

» Cette disposition est encore défectueuse, car le long ventre, par ses relations avec le carpe, joue un faible rôle dans la flexion des doigts. Aussi, chez l'homme, le perforé deviendra complètement indépendant des os du carpe.

» La disposition primitive que le perforé présente chez certains Sauriens, au membre antérieur seulement, tendrait à démontrer que le membre antérieur a une structure plus primitive que le membre postérieur.

La présence, dans la main des Sauriens, de certains muscles homologues à ceux des Urodèles, muscles que l'on trouve moins nombreux dans le pied des mêmes Reptiles, vient encore apporter un nouvel argument en faveur de cette manière de voir. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux types nouveaux de Crustacés isopodes appartenant à la faune souterraine des Cévennes.* Note de M. **Adrien Dollfus**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les recherches que M. Armand Viré avait faites, en 1895, dans les grottes du Jura avaient amené la découverte d'un type nouveau de Crustacés, du groupe des Sphéromides, qui vit dans la grotte de Baume-les-Messieurs et que nous avons décrit sous le nom de *Cœcosphæroma Virei.*

» En 1896, M. Viré et M. le Dr P. Raymond ont porté leurs investigations dans la région des Cévennes. Elles ont enrichi la faune française de deux genres nouveaux d'Isopodes, un Sphéromide et un Asellide. Tous deux ont un aspect très particulier : le Sphéromide est d'une taille remarquable, atteignant 16mm; l'Asellide, d'une extrême étroitesse, est d'apparence vermiforme.

» Il serait prématuré d'affirmer, sur ces trop rares documents, que nous nous trouvons ici en présence de formes archaïques, restes d'une faune tertiaire marine dans des eaux progressivement dessalées; mais cette étude de la faune carcinologique des grottes nous amène à des découvertes bien suggestives et nous espérons que les vaillants explorateurs qui l'ont entreprise feront faire de nouveaux progrès à notre connaissance de cette étrange faune.

» *Sphæromides,* novum genus. — Corps ovale, allongé; céphalon à première paire d'antennes plus grêles et plus courtes que les secondes, à mésépistome étroit et allongé. Yeux absents. Pereion à parties coxales bien développées sur les segments 2 à 7. Pereiopodes postérieurs grêles, ceux des 3 premières paires préhensiles. Pleon à 5 segments libres. Pleotelson grand, formé par la coalescence d'un seul segment du pleon avec le telson; appendices des uropodes subégaux.

» Espèce : *Sphæromides Raymondi,* nova species (Dr P. Raymond, source de la Dragonnière, Ardèche, 1896).

» *Stenasellus,* novum genus. — Corps très étroit, allongé; céphalon intimement uni au premier segment pereial. Antennes inégales, celles de la première paire plus courtes que celles de la seconde; le fouet est garni de poils olfactifs. Yeux absents. Segments 2 à 7 du pereion à parties coxales très petites. Pereiopodes de la première paire à pro-

podite allongé; pattes suivantes grêles. Pleon à trois premiers segments libres et très développés, en retrait sensible sur les segments pereiaux. Pleotelson oblong, allongé; uropodes très développés.

» Espèce : *Stenasellus ireiV,* nova species (Armand Viré, puits de Padirac, Lot, 1896) ».

ZOOLOGIE. — *Remarques sur les organes des sens du* Sphœromides Raymondi, *n. s., du* Stenasellus Virei *n. s., et de quelques Asellides*. Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nous avons déjà eu occasion de parler (*Comptes rendus*, 24 février 1896) des modifications apportées aux organes des sens des animaux cavernicoles par leur séjour dans l'obscurité. On sait qu'en général, à mesure que l'œil disparaît, les autres organes des sens s'hypertrophient et acquièrent une délicatesse particulière.

» Les deux nouveaux Isopodes, dont M. Dollfus a parlé dans la Note précédente, viennent nous apporter sur ce sujet des faits bien caractéristiques.

» *Sphœromides Raymondi.* — Nous n'avons pu observer sur cet animal que les poils tactiles, les organes olfactifs étant tous brisés sur l'unique exemplaire recueilli par M. Raymond.

» Mais les poils tactiles sont des plus remarquables : les uns sont droits, rigides, non ramifiés ; les autres, que l'on remarque principalement sur les antennes et les pattes, sont légèrement articulés à leur base ; à peu près à la moitié de leur longueur, ils se renflent et donnent naissance à de petits poils secondaires, excessivement fins et mobiles, flottant dans le liquide ambiant et recueillant certainement, avec une grande délicatesse, les impressions extérieures.

» *Stenasellus Virei.* — Les poils tactiles sont à peu près conformés comme les précédents.

» Plus intéressants sont les organes olfactifs qui viennent compléter heureusement une bien intéressante série.

» Ces organes sont composés de sortes de lamelles aplaties supportées par un pédoncule, qui s'articule sur l'extrémité de chaque segment de l'antennule.

» Or, chez l'*Asellus aquaticus* des ruisseaux des environs de Paris, ce petit organe atteint à peu près la moitié de la longueur d'un des segments de l'antenne.

» Chez le même *Asellus* vivant à l'obscurité dans les conduites d'eau souterraines de la ville de Paris, on le voit atteindre presque la longueur du segment.

» Chez les individus qui habitent les fontaines des catacombes de Paris, l'organe dépasse la longueur du segment.

» Enfin, chez notre *Stenasellus,* il atteint plus d'une fois et demie la longueur du segment.

» On peut constater, en même temps, une série contraire dans le développement de l'œil.

» Noir et bien développé chez l'*Asellus* des ruisseaux, il est un peu plus pâle chez celui des conduites d'eau souterraines; chez l'*Asellus* des catacombes, il n'est plus représenté que par des points rouges; enfin, il n'en reste plus trace dans le *Stenasellus* des cavernes.

» Nous avons donc là deux séries bien nettes, qui apportent une nouvelle et remarquable confirmation de la loi de Geoffroy Saint-Hilaire sur le balancement des organes, et des théories de Darwin sur l'influence des milieux. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la défense des vignes contre la Cochylis*. Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Aimé Girard.

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un mode de traitement très efficace des vignes contre les atteintes de la Cochylis (*Cochylis roserana ambiguella*), lépidoptère qui produit dans certaines régions viticoles, et en particulier dans le Beaujolais et le Bordelais, des ravages considérables.

» Je rappellerai que les dégâts produits ont lieu lorsque l'insecte est à l'état de chenille. La chrysalide, très résistante, passe l'hiver sur les souches et sur les échalas. Les papillons sortent au printemps, pondent des œufs. La chenille (ver rouge des viticulteurs) dévore la jeune grappe au moment de la floraison. A ce moment, cette chenille s'enveloppe promptement d'un réseau soyeux qui la met à l'abri des atteintes de l'extérieur. Avant les vendanges une évolution nouvelle a lieu. La chenille se transforme en chrysalide peu après la floraison. Les nouveaux papillons sortis pondent à nouveau des œufs qui donnent des chenilles, lesquelles, cette fois, envahissent les raisins à la veille de la maturité.

» Cette double génération, certaines années, anéantit jusqu'au deux tiers des récoltes. La qualité du vin se ressent aussi de cette seconde invasion. Les raisins, perforés et à moitié dévorés, deviennent bientôt la proie des cryptogames et pourrissent avant l'introduction dans la cuve. Si la température est intense, les grains sèchent, vides de leur contenu, au préjudice de la quantité de vin produit.

» Tous les modes de traitement préconisés contre cet insecte dévastateur n'ont donné que des résultats très insuffisants : injection de poudre

de pyrèthre, d'émulsion savonneuse de térébenthine ou de pétrole. Je ne parle pas des procédés peu pratiques, suivis parfois pour les raisins de choix, qui consistent à détruire les chenilles une à une, soit avec un instrument piquant, soit en versant une goutte d'huile sur le nid soyeux de l'insecte.

» Depuis 1896, j'utilise avec une efficacité remarquable l'injection sur la grappe, avec une soufreuse mécanique, d'un mélange de 10 parties de naphtaline pour 90 parties de soufre.

» Cette année, comme l'année dernière, j'ai pratiqué ce soufrage naphtaliné tout à fait au début de la floraison de la vigne, c'est-à-dire fin mai pour la région beaujolaise. J'ai protégé ma vigne à la fois contre l'Oïdum et contre la Cochylis. Une parcelle de vigne témoin a subi les atteintes et du cryptogame et de l'insecte. Une seconde parcelle, traitée en pleine floraison, alors que la chenille dévorait la fleur et faisait des dégâts journellement constatés, a été guérie radicalement dès que le soufrage naphtaliné a été effectué. Les chenilles étaient tuées sur place ou, plus fréquemment, abandonnaient leur retraite et tombaient sur le sol, incapables de regagner la souche.

» Les premiers jours d'août, les papillons du voisinage peuvent affluer sur la vigne traitée au printemps et dépouillée par les pluies de la naphtaline préservatrice. Du 1er au 10 août, dans notre région, un dernier traitement à la poudre naphtalinée préservera la vigne contre cette seconde évolution. En 1896, le résultat a été probant. Dans trois semaines, je compte renouveler l'expérience, vu l'abondance de cet insecte sur les vignes des côtes beaujolaises.

» L'époque de ce second traitement est suffisamment éloignée des vendanges pour qu'on n'ait pas à redouter de donner au vin un goût naphtaliné. La première pluie lave le raisin de la poudre insecticide. Si le premier traitement, à l'époque de la fleur, était généralisé, le second deviendrait superflu. La seconde génération avorterait fatalement ou serait réduite à des proportions peu redoutables.

» Les syndicats devraient s'occuper de favoriser ces traitements généraux de toutes les vignes d'une contrée, à l'époque de la fleur. Les bénéfices en seraient immédiats.

» Au lieu de soufre, si l'on ne redoute pas l'Oïdium, on peut employer, comme véhicule mêlé à la naphtaline, soit le talc, soit le plâtre précipité, plus économique que le soufre.

» Ces traitements, que j'ai pratiqués avec succès pour combattre la Cochylis, mériteraient d'être essayés contre l'Altise, la Pyrale, le Gribouri ou Écrivain. Le pouvoir insecticide de la naphtaline commande de généraliser ces essais contre ces autres insectes, ennemis de la vigne, qui produisent dans certaines régions des dégâts considérables. L'important sera de

choisir la période de leur évolution où ils peuvent être plus facilement atteints. »

M. **Émile Blanchard** présente les remarques suivantes, sur les procédés de destruction de la Cochylis de la vigne :

« Dès longtemps j'ai donné un procédé de destruction de la Cochylis de la vigne, à la fois simple, peu dispendieux et d'une efficacité absolue. Il s'agit de prendre de la cendre de bois bien tamisée, d'y ajouter une certaine quantité de soufre sublimé qui augmente l'adhérence et de répandre, au moment de l'apparition des jeunes chenilles de la première génération de l'année, à l'aide d'une grosse cuiller de bois ou de métal, la matière pulvérulente. Les poils que portent les chenilles retiennent la matière pulvérulente qui, ainsi, vient obturer les orifices respiratoires et déterminer de la sorte d'une manière inévitable la mort des insectes. Des lettres de nombreux intéressés sont venues m'affirmer le succès obtenu par le recours au procédé qui vient d'être formulé. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les tubercules d'Orchidées*. Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les réserves renfermées dans les tubercules d'Orchidées sont surtout formées par de l'amidon et une matière mucilagineuse ayant la même composition et, à peu de chose près, les mêmes propriétés que l'amidon. Je me suis proposé d'étudier la formation et la destruction de cette matière de réserve, c'est-à-dire ce qu'on peut appeler l'*évolution physiologique* du tubercule. Je rappellerai d'abord, en quelques mots, l'évolution morphologique. Les nouveaux turbercules apparaissent ordinairement en décembre ou janvier ; ils croissent rapidement et, en avril, au moment de la floraison, ils ont à peu près la même taille que les anciens. Puis, en mai ou juin, lorsque la tige aérienne est desséchée et que les vieux tubercules sont flétris, les jeunes tubercules passent à l'état de vie ralentie et n'en sortent que vers le mois de septembre, pour produire une nouvelle tige. Pendant l'hiver et le printemps, le tubercule est consommé peu à peu pour former la tige et les feuilles, puis les fleurs et les fruits. Il y a donc, dans la vie d'un tubercule d'Orchidée, deux périodes de vie active séparées par une période de vie ralentie. La première période de vie active s'étend du mois

de décembre au mois de mai : c'est la période de formation; la période de vie ralentie va du mois de mai au mois de septembre et la seconde période de vie active commence en septembre et finit en mai de l'année suivante : c'est la période de destruction.

» En analysant des tubercules aux différentes époques de l'année, on peut voir la relation qui existe entre la composition chimique et l'état du développement. Les substances que j'ai dosées sont : 1° les sucres réducteurs ou glucoses; 2° les sucres non réducteurs ou saccharoses; 3° les matières amylacées ou amyloses comprenant l'ensemble de l'amidon et des matières mucilagineuses solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool à 90°. Je n'ai pas cru devoir séparer les amidons des matières mucilagineuses, parce que toutes ces substances jouent, dans la nutrition de la plante, un rôle analogue. Les dosages dont je vais donner les résultats ont été effectués à peu près chaque mois pendant les années 1896-1897; du mois de février au mois de juin, les plantes avaient deux tubercules, un jeune et un vieux, qui étaient, bien entendu, analysés séparément. L'espèce qui m'a fourni les matériaux d'étude est l'*Ophrys aranifera*.

Date.	Poids de la matière desséchée.	Glucose.		Saccharose.		Amylose.	
	gr	gr	Pour 100.	gr	Pour 100.	gr	Pour 100.
4 février.....	0,301	0,033	10,0	0,041	13,0	0,098	32
16 mars......	0,514	0,036	7,0	0,036	7,0	0,228	44
27 avril.......	0,926	0,020	2,0	0,004	0,4	0,529	57
1 juin.......	2,331	0,003	0,1	0,007	0,3	1,579	67
6 août.......	2,960	traces		traces		2,080	70
10 septembre..	3,198	»		»		2,085	65
15 octobre....	2,413	0,043	1,7	0,065	2,6	1,470	60
20 novembre..	0,937	0,036	3,8	0,119	12,0	0,561	59
22 décembre..	2,547	0,192	7,0	0,380	15,0	1,469	57
4 février.....	0,848	0,074	8,0	0,164	19,0	0,320	37
16 mars.......	0,709	0,063	9,0	0,125	17,0	0,205	29
27 avril.......	0,372	0,070	18,0	0,050	13,0	0,060	16
1 juin.......	0,350	0,030	8,0	0,020	5,0	0,035	10

» A chacune des époques de l'année indiquées sur ce Tableau, j'ai fait quatre ou cinq dosages correspondant à une vingtaine de tubercules environ; les résultats n'ont pas toujours été identiques, surtout pour les matières amylacées; les nombres que je donne sont ceux qui se rapprochent le plus de la moyenne. Les chiffres entre parenthèses indiquent la

proportion de glucose, de saccharose et d'amylose rapportée à 100 de matière analysée desséchée. On voit que, pendant la période de formation du tubercule, de février en juin, la proportion de matières amylacées va constamment en augmentant; les sucres, au contraire, qui sont d'abord en proportion notable, disparaissent à peu près complètement.

» Pendant la période de repos, correspondant à peu près à l'été, les seuls hydrates de carbone renfermés dans le tubercule sont les amyloses, dont on voit ainsi clairement le rôle de substances de réserve. Enfin, pendant la seconde période de vie active qui correspond à la destruction des réserves, les mêmes phénomènes se produisent que pendant la période de formation, mais dans un ordre inverse : la proportion des matières amylacées va sans cesse en diminuant pendant que la quantité de sucre augmente; le saccharose est d'abord en proportion bien plus considérable que le glucose, tandis que, à la fin de la période végétative, c'est le glucose qui l'emporte. Les choses se passent donc, d'une façon générale, comme si les amyloses étaient transformés en saccharose et le saccharose en glucose.

» Les tubercules d'*Ophrys* fournissent donc un exemple très net, d'une part, de la relation qui existe entre la composition chimique des organes de réserve et l'état du développement et, d'autre part, du rôle que jouent les sucres dans la formation et la destruction des réserves amylacées. Pendant la période de formation, il semble que l'amidon soit formé aux dépens des sucres; pendant la période de repos, les sucres manquent et pendant la période de destruction, l'amidon est digéré et subit une série de transformations qui l'amènent à l'état de saccharose, puis de glucose. Il est à remarquer que, pour les Orchidées comme pour beaucoup d'autres plantes vivaces, l'été est une période de repos, de mort apparente, tandis que l'hiver est l'époque où la végétation est la plus active. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le remplacement de la racine principale par une radicelle, chez les Dicotylédones* (¹). Note de M. **Boirivant**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On a déjà signalé que, lorsque l'extrémité d'une racine pivotante est détruite, une des radicelles devient plus grosse, change de direction et

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

semble jouer le rôle de racine principale. J'ai voulu rechercher si des différences anatomiques correspondent à ce remplacement extérieur et préciser les conditions dans lesquelles peuvent se produire de tels phénomènes. La présente Note a pour but de faire connaître les conclusions que m'a fournies l'étude de quelques Dicotylédones (*Faba*, *Arachis*, *Lupinus*, *Ricinus*, *Daucus*, *Raphanus*).

» Expliquons en détail ce qui se passe dans le genre *Faba*.

» Je coupe à 5^{mm} de son extrémité une racine qui a déjà atteint 4^{cm} de longueur et qui n'est pas ramifiée. En culture aqueuse il existe, dès le lendemain, un renflement de l'extrémité de la racine et l'accroissement en longueur de cet organe cesse bientôt complètement. L'étude anatomique de ce renflement montre qu'il est dû à de jeunes radicelles encore intra-corticales. D'ailleurs, dans la suite, sur ces très jeunes plantes les premières radicelles apparues sont situées au niveau de la section. De sorte que, pendant un certain temps, la racine possède des ramifications à son extrémité alors qu'il n'en existe pas à sa base. Quelques-unes d'entre elles ont une direction verticale et sortent par la tranche. Elles sont ou isolées ou concrescentes. Parmi ces radicelles, il en existe fréquemment une qui, dès sa sortie, apparaît plus volumineuse que ses voisines: c'est elle qui se développe la première, elle grandit verticalement et tend à reconstituer le système pivotant de la Fève.

» Avant de décrire la structure de la radicelle de remplacement, je parlerai rapidement de l'anatomie de la racine principale d'une plante témoin et de celle d'une racine latérale normale.

» Le cylindre central de la racine principale possède, en général, cinq ou six faisceaux ligneux et cinq ou six faisceaux libériens; ce nombre peut, chez certains individus, s'élever à sept ou s'abaisser à quatre.

» L'épaisseur relative de l'écorce est plus faible pour la racine de premier ordre que pour ses ramifications. On sait que, lorsqu'une racine principale a atteint une certaine longueur, le méristème terminal fonctionne différemment et produit moins de faisceaux primaires. J'ai étudié le mécanisme par lequel s'effectue cette réduction. C'est d'abord un faisceau ligneux qui réduit progressivement le nombre de ses vaisseaux. Les cellules les plus rapprochées du péricycle, qui jusqu'ici se différenciaient en petits vaisseaux, restent à l'état de tissu conjonctif non différencié. Pendant que ce faisceau ligneux subit cette réduction, les deux faisceaux libériens placés respectivement à sa droite et à sa gauche se rapprochent l'un de l'autre. Ils arrivent peu à peu à se réunir et n'en forment plus qu'un seul qui se trouve donc opposé au faisceau ligneux, lequel est réduit alors à deux ou trois vaisseaux seulement. De ces derniers, il ne subsiste bientôt plus qu'un seul vaisseau, de calibre moyen, et celui-ci lui-même ne tarde pas à disparaître. Si la racine était, au début, construite sur le type 6, elle présente maintenant le type 5.

» Le cylindre central d'une radicelle est ordinairement construit sur le type 4. Cependant, quelquefois on y rencontre seulement deux ou trois faisceaux ligneux. Les formations secondaires y sont rares et tardives.

» Vers la base d'une jeune radicelle de remplacement, une coupe transversale du cylindre central a plus ou moins la forme d'une ellipse. Le nombre de ses faisceaux est très souvent égal et quelquefois supérieur à celui de la racine mère. Ainsi, on y rencontre ordinairement six faisceaux ligneux, quand la racine principale en a six et même parfois quand elle n'en a que cinq. Ces faisceaux sont tous d'importance égale; dans ce cas le cylindre central ne diffère de celui de la racine principale que par sa forme particulière. Quelquefois il existe quatre grands faisceaux ligneux et un ou deux petits. Les quatre grands peuvent être considérés comme les homologues des quatre faisceaux qui existent chez la plupart des radicelles. Des variations analogues se présentent dans le système libérien. Par son épaisseur relative, l'écorce se rapproche de celle de la racine principale. La déformation du cylindre central est surtout due aux compressions résultant de la direction verticale que prend la radicelle dans les tissus de la racine mère. Cette déformation persiste pendant un certain temps, puis l'organe acquiert une régularité normale. La diminution du nombre des faisceaux, constante dans la racine principale de *Faba,* l'est aussi dans la radicelle de remplacement. Au contraire, une telle réduction est rare chez les radicelles normales. Les formations secondaires sont abondantes et hâtives chez la radicelle de remplacement, comme chez la racine mère. La substitution d'une radicelle à sa racine mère est d'autant plus parfaite que la partie supprimée de cette dernière est plus faible. Cependant il est une limite au-dessous de laquelle il ne faut pas descendre. Si la partie détruite a une longueur inférieure aux trois quarts d'un millimètre, les portions du méristème et de la coiffe intéressées par la section sont reproduites par les tissus jeunes laissés en place. La racine principale continue à s'accroître. A la suite de la section de la racine principale, il y a une surproduction de radicelles à l'extrémité de cet organe: c'est ce qui explique la fréquence des concrescences radicellaires en ce point. La même opération entraîne au même point une désagrégation des tissus moyens de l'écorce : c'est pourquoi les racines de second ordre, ne rencontrant dans ces tissus qu'une faible résistance, s'infléchissent, deviennent verticales et, négligeant ainsi de traverser toute l'épaisseur de l'écorce, sortent par la tranche.

» Dans le genre *Arachis,* les radicelles normales sont ordinairement binaires et la racine principale est construite sur le type 4. La radicelle de remplacement acquiert trois ou quatre faisceaux ligneux. Les formations secondaires s'y manifestent presque aussi hâtivement que dans la racine principale. La structure primaire des radicelles du genre *Lupinus* diffère peu de celle de la racine principale. Ce sont les formations secondaires, précoces et abondantes dans la radicelle de remplacement, qui rapprochent cet organe de la racine mère. Il en est de même dans le genre *Ricinus*. Dans les genres *Daucus* et *Raphanus*, les radicelles hypertrophiées sont au nombre de deux ou trois. Les tissus secondaires y sont abondants. Dans la Carotte, par exemple, on y rencontre des canaux sécréteurs comme chez la racine de premier ordre.

» On peut résumer ces observations en disant que l'*existence d'une*

radicelle de remplacement est assez fréquente chez les Dicotylédones. Cette radicelle régénère dans une certaine mesure le système pivotant détruit. Par sa structure, elle se rapproche intimement de la racine mère. Ainsi :

» 1° Lorsque les faisceaux primaires sont plus nombreux dans la racine principale que dans ses ramifications, la radicelle de remplacement augmente le nombre de ses propres faisceaux et en acquiert souvent, dans sa région d'origine, un nombre égal à celui de la racine mère;

» 2° Il s'opère chez elle, comme chez une racine principale, une réduction du nombre des faisceaux; et d'après le mécanisme que j'ai indiqué;

» 3° Les formations secondaires sont, chez une radicelle de remplacement, aussi abondantes et aussi précoces que chez une racine de premier ordre. »

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juillet 1897.

Cours d'exploitation des Mines, par Haton de la Goupillière, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, etc. Seconde édition, revue et augmentée avec la collaboration de Maxime Pellé, Ingénieur au Corps des Mines. T. II. Paris, P. Vicq-Dunod et Cie, 1897; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par l'Auteur.)

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Juin 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 vol. in-4°.

Notice nécrologique sur Auguste Daubrée, par M. Alb. de Lapparent. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*. 3e série. T. XXV. Paris, 1897; 1 vol. broch. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Revision des Salomonitæ, Locustidæ *de la tribu des* Conocephalinæ, par Charles Brongniart, Docteur ès Sciences, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle. (Extrait du *Bulletin de la Société philomathique de Paris*.) Lille, Le Bigot frères; vol. in-8. (Présenté par M. Blanchard.)

Bulletin de la Société astronomique de France et *Revue mensuelle d'Astrono-*

mie, de Météorologie et de Physique du globe. Juillet 1897. Paris, Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : E. Mascart, nos 159 à 181. 4 fasc. in-4°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Juin 1897. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Annales médico-psychologiques, journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la Médecine légale des aliénés. Fondateur : Dr J. Baillarger. Rédacteur en chef : Dr Ant. Ritti. no 1. Juillet-août 1897. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. *Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. Astronomie pour tous*. Directeur : Joseph Vinot. Août 1897; in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. T. V. nos 2 et 3. Saint-Pétersbourg, 1897; 1 vol. in-4°.

Mémoires de la Section topographique de l'État-Major russe. Partie 54. 1 vol. in-4°. (Offert par M. Vénukoff.)

Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1896, Berlin; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 juin 1897.)

Ajouter à l'*errata* de M. *Hollard* :

« Pour le dosage de l'étain et du zinc par électrolyse, les liquides soumis à l'électrolyse doivent occuper, comme pour le cuivre, un volume de 350cc. »

(Séance du 5 juillet 1897.)

Page 19, ligne 19, *au lieu de* M. S. Puggenheimer, *lisez* M. S. Guggenheimer.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUILLET 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que le Tome CXXIII des *Comptes rendus* (2e semestre 1896) est en distribution au Secrétariat.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Virchow* comme Associé étranger, en remplacement de M. *Tchebichef*.

HYDRODYNAMIQUE. — *Établissement du régime uniforme, dans un tuyau à section rectangulaire large;* par M. J. **Boussinesq.**

« I. Telle est ([1]) la valeur de u' qu'il faudra porter dans l'équation indéfinie en F_2, qui est la première (10) ou mieux la différentielle totale en η, ζ de la première (10). En effet, avec l'adjonction de la condition au contour correspondante, la première équation (10) équivaut exactement à sa différentielle totale en η, ζ, que nous pourrons écrire, avec un terme de moins,

$$(97) \qquad d_\sigma\left[\frac{d}{d\eta}\left(F\frac{dF_2}{d\eta}\right)+\frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{dF_2}{d\zeta}\right)-u'\right]=0,$$

l'indice σ indiquant que la différentiation dont il s'agit se fait sans sortir d'une même section σ. Car l'équation (97) revient évidemment à la première (10), avec addition, au second membre, d'une constante arbitraire C. Or, si l'on prend la moyenne des valeurs, dans l'aire σ, de tous les termes de la première (10) ainsi complétée, on trouve zéro pour valeur moyenne du premier membre; car celui-ci, multiplié par $d\eta\, d\zeta$, et intégré, se change évidemment en une intégrale de contour où figure sous le signe $\int$ le produit de F par la dérivée en ν de F_2, nul d'après la seconde relation (10). Et il vient bien ainsi, forcément, $C=0$.

» II. Cela posé, tirons de (11), pour la substituer dans (97), la valeur de F_2 en fonction de F_1 et de ϖ ou ω. A cet effet, observons, d'une part, que dans l'expression de F_2 fournie immédiatement par (11), le facteur u_0^2 peut être remplacé à très peu près par $U^2\varphi_0^2$; d'autre part, que le quotient de u par u_0 est identiquement celui de $\varphi+\varpi$ par $\varphi_0+\varpi_0$ et excède sa valeur de régime uniforme $1+k\sqrt{B_0}F_1$, ou $\frac{\varphi}{\varphi_0}$, de

$$\frac{1}{\varphi_0^2}(\varphi_0\varpi-\varpi_0\varphi)=\frac{\varpi}{\varphi_0}-\frac{\varpi_0}{\varphi_0}(1+k\sqrt{B_0}F_1).$$

Il viendra

$$(98) \quad \left\{\begin{aligned} F_2 &= \frac{g\sqrt{B_0}\varphi_0}{k}\frac{\chi}{\sigma}U^2\left[\varpi-\varpi_0(1+k\sqrt{B_0}F_1)\right] \\ &= -\frac{g\sqrt{B_0}\,\chi U^2}{k(1+k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1)\sigma}\left[\Delta_2\omega+\varpi_0(1+k\sqrt{B_0}F_1)\right]. \end{aligned}\right.$$

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 69.

Les termes en F_1 de celle-ci s'élimineront de la relation (97), à raison de ce que la première équation (9) y réduira leur somme à la différentielle d_σ d'une constante, et, en même temps, la substitution à u', dans (97), de la dernière expression (96), donnera l'équation indéfinie en ω,

$$(99)\quad d_\sigma\left[\frac{g}{k^2}\frac{\chi}{\sigma}\left(\frac{d.\mathrm{F}\frac{d\Delta_2\omega}{d\eta}}{d\eta}+\frac{d.\mathrm{F}\frac{d\Delta_2\omega}{d\zeta}}{d\zeta}\right)-\left(\frac{1}{k\sqrt{\mathrm{B}_0}}+\mathrm{F}_1\right)\frac{d\Delta_2\omega}{dx}+\frac{d}{dx}\left(\frac{d\mathrm{F}_1}{d\eta}\frac{d\omega}{d\eta}+\frac{d\mathrm{F}_1}{d\zeta}\frac{d\omega}{d\zeta}\right)\right]=0.$$

» La quantité entre accolades ne dépendant, comme on verra, que de x et de ζ ou ι, la différentielle d_σ équivaudra à une simple dérivation en ζ ou ι, et l'équation (99) sera une équation aux dérivées partielles, du cinquième ordre en ζ ou en ι.

» Il faudra y joindre la condition (10) au contour, exprimant que s'y annule le produit de F par la dérivée en ν de F_2, c'est-à-dire de la dernière expression (98). Si l'on tient compte de la seconde relation (9) et de ce que ϖ_0 sera justement la valeur de ϖ ou de $-\Delta_2\omega$ au contour, il viendra, en rappelant d'ailleurs une autre condition au contour déjà établie plus haut pour ω (formules 95),

$$(100)\quad \text{(au contour des sections)}\quad \frac{\mathrm{F}}{k\sqrt{\mathrm{B}_0}f}\frac{d\Delta_2\omega}{d\nu}+\Delta_2\omega=0,\qquad \frac{d\omega}{d\nu}=0.$$

» D'ailleurs, la dernière relation (10) est satisfaite identiquement par la valeur (98) de F_2. Et la condition $\int\varpi\,d\sigma=0$, provenant de ce que s'annule dans chaque section la valeur moyenne de ϖ, différence de celles de $\varphi+\varpi$ et de φ, égales toutes les deux à l'unité, n'est pas moins vérifiée; car l'égalité $-\varpi=\Delta_2\omega$, multipliée par $d\eta\,d\zeta$, puis intégrée dans toute l'aire σ, conduit à une intégrale de contour où la fonction sous le signe $\int$ est la dérivée de ω en ν, nulle en vertu de la seconde relation définie (100).

» Si l'on veut ne considérer, dans chaque section, que la variable indépendante ζ^2 ou ι, croissante de 0 à 1, il y aura lieu d'observer qu'au centre ($\zeta=0$ ou $\iota=0$), les deux fonctions paires (en η et ζ) ω et $-\varpi=\Delta_2\omega$, maxima ou minima en ce point, ont leur différentielle d_σ nulle par raison de symétrie et de continuité. On aura donc encore

$$(101)\quad \text{(au centre des sections)}\quad d_\sigma\omega=0,\qquad d_\sigma\Delta_2\omega=0.$$

» III. On vérifiera les équations (99), (100), (101), en prenant pour ω une somme de *solutions simples*, dont chacune sera le produit d'une constante arbitraire c par une exponentielle décroissante en x, où figurera un coefficient positif d'*extinction* m constant, et par une fonction Ω de ζ ou

de τ seuls. Bref, on posera

(102) $$\omega = \sum c e^{-m \frac{g}{k^2} \frac{\chi x}{\sigma}} \Omega.$$

» Chaque terme de la somme Σ devant séparément satisfaire à (99), (100) et (101), il vient en Ω l'équation différentielle linéaire, du cinquième ordre et sans second membre,

(103) $$d_\sigma \left[\frac{d}{d\eta}\left(F \frac{d\Delta_2\Omega}{d\eta}\right) + \frac{d}{d\zeta}\left(F \frac{d\Delta_2\Omega}{d\zeta}\right) + m\left(\frac{\Delta_2\Omega}{k\sqrt{B_0}} + F_1\Delta_2\Omega - \frac{dF_1}{d\eta}\frac{d\Omega}{d\eta} - \frac{dF_1}{d\zeta}\frac{d\Omega}{d\zeta}\right)\right] = 0.$$

Et l'on devra, d'une part, adopter sa solution particulière, déterminée (dans sa partie variable) à un facteur constant près, qui vérifiera, d'après (101) et (100), les trois conditions spéciales

(104) (au centre) $d_\sigma\Omega = 0$ et $d_\sigma\Delta_2\Omega = 0$, (au contour) $\frac{d\Omega}{d\nu} = 0$;

d'autre part, choisir pour m les racines, tenues d'être toutes positives, de l'équation transcendante fournie par la première condition (100),

(105) (sur le contour) $$\frac{F}{k\sqrt{B_0}f}\frac{d\Delta_2\Omega}{d\nu} + \Delta_2\Omega = 0.$$

» Comme c'est la partie $\varpi = -\Delta_2\omega$, variable avec x, du mode de distribution des vitesses que l'on désire connaître, la formule (102) donnera

(106) $$\varpi = -\sum c e^{-m \frac{g}{k^2} \frac{\chi x}{\sigma}} \Delta_2\Omega.$$

» Il restera à calculer les coefficients c de manière que, sur une première section σ, celle qui a, par exemple, l'abscisse $x = 0$, ϖ reçoive certaines valeurs *initiales* ϖ_i, fonction de ζ^2 ou de τ, données dans toute l'aire σ. La formule (106) devra donc y devenir $\varpi_i = -\Sigma c\Delta_2\Omega$. Mais, ne pouvant effectivement prendre, dans la somme Σ ordonnée suivant les racines m croissantes, qu'un nombre fini n de termes, on devra tolérer des erreurs $\varpi_i + \Sigma c\Delta_2\Omega$; et l'on rendra seulement minima la moyenne de leurs carrés dans toute l'aire σ ou, ce qui revient au même, l'intégrale

$$\int (\varpi_i + \Sigma c\Delta_2\Omega)^2 d\sigma.$$

» J'ai montré sur un exemple, dans une Note relative au même problème de l'établissement du régime uniforme, mais à l'entrée des tubes fins, comment cette condition détermine les coefficients [1].

---

(1) *Comptes rendus* des 6 et 13 juillet 1891, t. CXIII, p. 9 et 49.

» On voit que, l'abscisse x grandissant, la formule (106) fait évanouir successivement tous les termes de la somme Σ, à commencer par les plus éloignés. Aux distances de l'entrée excédant un nombre médiocre de fois le rayon moyen, il ne subsistera donc que le premier terme, affecté de la plus petite racine positive m de l'équation (105); et ϖ, d'ailleurs indépendant, d'après (106), de la vitesse moyenne U et des dimensions absolues de la masse fluide, variera désormais, sur chaque section, proportionnellement à l'expression correspondante de $\Delta_2\Omega$.

» IV. Abordons d'abord le plus simple des deux cas en vue desquels a été établie spécialement la théorie précédente et où l'on a $f=1$, $B_0=B$, savoir, celui d'un tuyau à section rectangulaire très large, de hauteur $2h$. Alors $F=1$, $F_1=\frac{1}{2}(1-\zeta^2)$ et Ω, fonction paire comme F_1, ne dépend également que de ζ : il suffira de la considérer depuis l'axe jusqu'au fond, c'est-à-dire de $\zeta=0$ à $\zeta=1$.

» L'équation indéfinie (103) ne contient Ω que par sa dérivée première Ω', car $\Delta_2\Omega$ est maintenant la dérivée, Ω'', de celle-ci. Il y a donc lieu d'adopter pour inconnue la fonction *impaire* Ω', que nous appellerons dès lors Ψ, et dont $\Delta_2\Omega$ sera la dérivée Ψ'. D'ailleurs, le signe d_σ équivalant à une différentiation en ζ, l'équation différentielle (103) sera du quatrième ordre en Ψ. Dans son terme en Ψ'', évaluons et mettons à part la valeur moyenne du coefficient, valeur qui égalera l'inverse de $k\sqrt{b}$, d'après la première formule (37) de mon Étude de l'année dernière (¹). Cette équation en Ψ, divisée par m, sera dès lors

$$(107)\qquad \frac{1}{m}\Psi^{\text{IV}}+\left[\frac{1}{k\sqrt{b}}+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}-\zeta^2\right)\right]\Psi''+\Psi=0;$$

et les conditions définies (104), (105), où l'on aura $d\nu=d\zeta$ à la limite $\zeta=1$, deviendront

$$(108)\qquad \Psi(0)=0,\quad \Psi(1)=0,\quad \Psi''(0)=0,\quad \Psi''(1)+k\sqrt{B}\,\Psi'(1)=0.$$

» Les trois premières (108), jointes à (107), suffisent évidemment pour définir la fonction Ψ, à un facteur constant près, que l'on peut choisir à volonté puisque le résultat cherché (106) contient déjà les coefficients arbitraires c. Nous disposerons, en général, de ce facteur constant, de manière à avoir $\Psi'(0)=1$; ce qui achèvera de déterminer Ψ.

» Si nous adoptons pour cette fonction *impaire* une série procédant

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 12; 6 juillet 1896.

suivant les puissances entières et positives de ζ, nous aurons donc une formule comme

$$(109)\qquad \Psi(\zeta) = \zeta + A\zeta^3 - C\zeta^5 + D\zeta^7 - E\zeta^9 + \ldots,$$

et les première et troisième des conditions (108) seront satisfaites. Quant à l'équation (107), que le développement (109) devra identiquement vérifier, on reconnaît qu'elle laisse disponible le coefficient A, mais qu'elle détermine chacun des suivants C, D, E, ..., en fonction linéaire très simple des deux qui le précèdent, 1, A, ..., multipliés par m. Puis A se détermine par la seconde relation (108); et la dernière (108) donne enfin l'équation en m.

» V. Les résultats deviennent très simples quand on suppose la paroi assez lisse, ou plutôt b assez petit, pour que, dans (107), le coefficient de Ψ'', alors très grand, puisse être remplacé par l'inverse de $k\sqrt{b}$, sa valeur moyenne, dont il ne s'écarte qu'entre les limites fixes $\frac{1}{6}$ et $-\frac{1}{3}$ comptées respectivement au delà et en deçà. Le troisième terme, Ψ, de (107) se trouve dès lors encore plus négligeable que la petite partie supprimée du terme en Ψ''; car Ψ, s'annulant aux deux limites $\zeta = 0$, $\zeta = 1$, est, en moyenne, dans l'intervalle, au plus de l'ordre de grandeur de sa dérivée première Ψ', qui, tenue elle-même de s'y annuler une fois, y est à peine comparable à sa dérivée Ψ''. Donc, à plus forte raison, Ψ disparaît, dans (107), devant la partie principale du terme en Ψ''. Et l'équation (107), dès lors binôme, donne, à un facteur constant près, vu l'avant-dernière condition (108), $\Psi'' = -\alpha \sin \alpha\zeta$, si α^2 (avec α pris positif) désigne le quotient de m par $k\sqrt{b}$. Or, de cette valeur de Ψ'', multipliée deux fois par $d\zeta$ et intégrée chaque fois, il résulte, en tenant compte des deux premières conditions (108),

$$(110)\qquad \Psi = \frac{\sin \alpha\zeta - \zeta \sin \alpha}{\alpha}, \qquad \text{où} \qquad \alpha = \sqrt{\frac{m}{k\sqrt{b}}}.$$

» Enfin, la dernière condition (108) devient l'équation en m ou en α, $\tang \alpha = \frac{k\sqrt{B}}{\alpha} \frac{\alpha^2}{\alpha^2 + k\sqrt{B}}$. Supposons le quotient positif de $k\sqrt{B}$ par α assez petit pour qu'on puisse négliger son carré; en sorte que ce quotient soit lui-même voisin de zéro et α voisin d'un multiple positif $j\pi$ de π. Le petit excédent $\alpha - j\pi$ aura donc pour tangente, à très peu près, $\frac{k\sqrt{B}}{\alpha}$ ou $\frac{k\sqrt{B}}{j\pi}$;

et il viendra successivement

$$(111)\quad \begin{cases} \alpha = j\pi + \dfrac{k\sqrt{B}}{j\pi}, \qquad m = \alpha^2 k\sqrt{b} = (j^2\pi^2 + 2k\sqrt{B})k\sqrt{b}, \\ \Psi' = \cos\alpha\zeta - \dfrac{\sin\alpha}{\alpha} = \cos j\pi\zeta - \dfrac{k\sqrt{B}}{j\pi}\left(\dfrac{\cos j\pi}{j\pi} + \zeta\sin j\pi\zeta\right). \end{cases}$$

» Les valeurs de m sont bien, comme il le fallait, toutes réelles et positives; celles de Ψ', qu'on substituera à $\Delta_2\Omega$, s'écartent peu de $\cos j\pi\zeta$, dont elles diffèrent d'une même quantité aux deux limites $\zeta^2 = 0$, $\zeta^2 = 1$.

» VI. Bornons-nous au terme de ϖ *fondamental* ou affecté de l'exponentielle la plus lente à s'évanouir, celle qui correspond à $j = 1$. Admettons de plus une entrée du tuyau parfaitement bien évasée, qui y donnerait $u = U$ ou $\varpi_i = 1 - \varphi = \frac{1}{2}k\sqrt{b}\left(\zeta^2 - \frac{1}{3}\right)$, d'après les formules (37), précédemment citées, de mon Étude de l'année dernière. Le coefficient c, devant rendre minimum le carré moyen, $\int_0^1 (c\cos\pi\zeta + \varpi_i)^2 d\zeta$ environ, de l'écart entre $c\Psi'$ et $-\varpi_i$, se déterminera par la condition approchée

$$\int_0^1 (c\cos\pi\zeta + \varpi_i)\cos\pi\zeta\, d\zeta = 0.$$

Il sera sensiblement le quotient, par la valeur moyenne $\frac{1}{2}$ de $\cos^2\pi\zeta$, de l'intégrale $\int_0^1 (-\varpi_i)\cos\pi\zeta\, d\zeta$, que donnera presque immédiatement l'intégration par parties effectuée avec $\sin\pi\zeta$ ou $\cos\pi\zeta$ comme facteur intégré. Et il viendra finalement, vu (106),

$$(112)\qquad -\varpi = \frac{2k\sqrt{b}}{\pi^2} e^{-\frac{\pi^2 + 2k\sqrt{B}}{k}\frac{g\sqrt{b}\,x}{h}}\left[\cos\pi\zeta + \frac{k\sqrt{B}}{\pi^2}(1 - \pi\zeta\sin\pi\zeta)\right].$$

» Les vitesses u sont inférieures à celles de régime uniforme dans la partie centrale des sections qui s'étend jusqu'à l'ordonnée relative, ζ, dont la valeur absolue, $\frac{1}{2} - \frac{k\sqrt{B}}{\pi^2}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi}\right)$, annule Ψ'; elles leur sont, au contraire, supérieures dans tout le reste, qui comprend un peu plus que la moitié des sections. Aussi, l'écart $-\varpi$ est-il plus fort au centre $\zeta = 0$ qu'à la paroi $\zeta = 1$, comme il était naturel de le penser, l'action régulatrice du frottement devant le plus vite se faire sentir au voisinage des parois. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur l'état où se trouvent dans les fontes et aciers les éléments autres que le carbone;* par MM. **Ad. Carnot** et **Goutal.**

« L'analyse chimique et la micrographie ont permis de reconnaître que le carbone existe dans les fontes et les aciers sous plusieurs états distincts : le graphite et différents carbures de fer, parmi lesquels le mieux défini paraît répondre à la formule Fe^3C et a été désigné sous le nom de *cémentite*.

» Les éléments autres que le carbone, se trouvant, en général, en proportion plus faible que lui dans les produits métallurgiques, il sera peut-être plus difficile encore que pour le carbone de les définir par les procédés micrographiques; en attendant qu'ils puissent intervenir utilement dans cette question, comme dans celle des carbures de fer, l'analyse chimique est en état de fournir quelques renseignements importants sur l'état chimique des divers éléments.

» On peut, en effet, dans bien des cas, en se servant de réactifs appropriés, dissoudre la masse ferreuse sans attaquer les éléments étrangers, isolés ou combinés, et déterminer ensuite la composition exacte du résidu insoluble. C'est ce que nous avons fait dans une série de recherches, dont nous allons exposer les résultats.

» Nous parlerons d'abord des fontes ou aciers contenant des métalloïdes, et ensuite de ceux qui renferment des métaux, en conservant à ces deux mots de *métalloïdes* et *métaux* leur signification ordinaire, c'est-à-dire en rangeant parmi les premiers : le silicium, le soufre, le phosphore, l'arsenic, et, parmi les seconds : le cuivre, le nickel, le manganèse, le chrome, le titane, le tungstène et le molybdène.

» *Silicium.* — Nous avons opéré sur deux échantillons de *ferrosilicium*, aussi peu manganésés que possible.

» L'attaque a été faite par l'acide chlorhydrique étendu et à l'abri de l'air.

» Après avoir porté à l'ébullition pendant quelques minutes dans une fiole de verre, traversée par un courant d'acide carbonique, 250^{cc} environ d'acide chlorhydrique à 7 pour 100, on laisse refroidir; puis on introduit quelques grammes du ferrosilicium en poudre très fine et, rétablissant aussitôt le courant d'acide carbonique, on élève la température aux environs de 40° en agitant de temps à autre. Lorsque toute effervescence est complètement terminée, on décante la solution claire, où se trouvent en suspension quelques flocons d'hydroxyde de silicium ($Si^2O^3H^2$); on recueille le résidu

sur un filtre, on lave à l'acide chlorhydrique faible, puis à l'alcool, afin d'éviter une oxydation ultérieure. Après dessiccation, on sépare facilement, par l'action du barreau aimanté, une poudre noire très attirable.

» Cette poudre contient, avec un peu de graphite, un siliciure de fer, qui, humide ou simplement desséché, mais non calciné, se décompose très rapidement au contact des alcalis et plus lentement par l'action de l'eau pure elle-même, en donnant naissance à un dégagement d'hydrogène, propriétés qui rappellent celles de l'hydroxyde de silicium et du siliciure d'hydrogène.

» L'analyse du siliciure de fer se fait aisément, en attaquant par l'acide chlorhydrique bromé, évaporant à sec, séparant la silice formée et précipitant le peroxyde de fer par l'ammoniaque.

» Les deux essais conduisent à attribuer à ce composé la composition FeSi. Car l'analyse a donné :

	I.	II.		I.	II.
Silicium.....	$0^{gr},0607$	0,1474	soit pour 100	32,50	33,65
Fer.........	$0^{gr},1260$	0,2905	»	67,49	66,35

» La formule FeSi correspond à la composition théorique :

Silicium........................	33,33	pour 100.
Fer............................	66,67	»

» En dehors du composé FeSi, les ferrosiliciums contiennent d'autres composés plus riches en fer, qui sont attaqués très aisément par les acides étendus et chauds, moins facilement par les acides froids; ces composés, qu'il ne nous a pas encore été possible d'isoler nettement, paraissent être compris entre les deux formules Fe^3Si^2 et Fe^5Si^2.

» Si l'on traite de même par les acides étendus et froids des *silicospiegels* riches en manganèse, la partie insoluble contient, avec les siliciures de fer inattaqués, presque tout le manganèse combiné avec le silicium. La formule de ce composé n'a pu être fixée avec certitude, par suite de la difficulté de le séparer des siliciures de fer.

» Cette expérience a néanmoins l'avantage de montrer que le silicium manifeste une affinité particulière pour le manganèse à température élevée, puisqu'il se combine avec lui de préférence au fer.

» *Soufre*. — Pour isoler les composés sulfurés, on ne peut pas employer la même méthode que pour les siliciures, car les produits sidérurgiques traités par les acides étendus abandonnent la presque totalité de leur soufre sous forme d'acide sulfhydrique.

» Mais, en les attaquant par le chlorure cuivrique neutre ou faiblement acide, le soufre reste en entier dans le résidu.

» Nous avons observé bien des fois que, si ce résidu renferme du sulfure de fer FeS, il est plus souvent encore composé principalement de sulfure de cuivre CuS.

» Or, des expériences directes nous ont appris que le sulfure de fer est indécomposable par le réactif cupripotassique.

» En fondant, par exemple, un mélange de fer pur et de sulfure de fer, et traitant par le sel de cuivre la masse pulvérisée, nous avons obtenu un résidu dont la composition était :

Fer........	$0^{gr},1542$,	soit pour 100.....	63,80
Soufre.....	$0^{gr},0875$	»	36,20

La formule FeS correspond aux proportions calculées :

Fer.........	63,63	pour 100.
Soufre......	36,37	»

» Nous avons donc pensé que le soufre devait se trouver, dans la plupart des produits sidérurgiques, combiné avec un élément autre que le fer et tel que son sulfure pût être facilement transformé en sulfure de cuivre par le chlorure cuivrique. Cet autre élément nous a paru devoir être le manganèse.

» Nous nous en sommes assurés en opérant comme dans le cas précédent, mais avec un mélange de fer pur, de sulfure de fer et de ferromanganèse. Nous avons obtenu ainsi une sorte de fonte de fer, où l'analyse accusait, pour 100, 1,55 de soufre et 0,82 de manganèse. L'attaque de 5^{gr} de cette fonte par le chlorure cuivrique nous a donné un résidu contenant :

Cuivre..............................	0,0480
Fer.................................	0,0932
Soufre..............................	0,0773

» Il était donc formé par un mélange de $0^{gr},1465$ de sulfure de fer (FeS) et $0^{gr},072$ de sulfure de cuivre (CuS).

» Or les 48^{mgr} de cuivre trouvés sont précisément équivalents aux 41^{mgr} de manganèse qui étaient contenus dans les 5^{gr} de l'acier soumis à l'essai.

» Nous sommes, par conséquent, bien fondés à penser que les fontes sulfureuses, lorsqu'elles sont en même temps manganésées, renferment la combinaison MnS de préférence au composé FeS et que, sous l'influence du sel cuivrique, le sulfure de manganèse est transformé en chlorure de manganèse et sulfure de cuivre. Cette conclusion est d'ailleurs parfaitement d'accord avec ce que savent les métallurgistes, qui réussissent souvent

à diminuer la teneur des fontes en soufre par l'addition de spiegel ou de ferromanganèse.

» *Phosphore.* — En attaquant une fonte phosphoreuse par du chlorure double de cuivre et de potassium absolument neutre, le phosphore reste complètement insoluble sous forme de phosphure de fer, mêlé parfois à une petite quantité de phosphure de manganèse, en même temps qu'à de la silice, de l'hydroxyde de silicium, du carbone et du sulfure de cuivre. Le faible pouvoir magnétique du phosphure de fer ne permettant pas une séparation rigoureuse à l'aide du barreau aimanté, nous avons dû, pour établir sa formule, comparer et discuter un grand nombre d'analyses effectuées sur le résidu total laissé par des fontes ou aciers très phosphoreux.

» Pour effectuer ces analyses, le résidu est attaqué par l'acide azotique bromé; la solution filtrée est divisée en deux parties : dans l'une, le fer est précipité par l'ammoniaque; on le redissout ensuite à l'aide d'acide sulfurique étendu et on le dose au moyen du permanganate après réduction par le zinc; dans l'autre, on précipite l'acide phosphorique par le nitromolybdate, après destruction des matières organiques par l'acide chromique.

» Nous reproduisons à titre de document les chiffres obtenus dans trois essais différents :

	I.	II.	III.		I.	II.	III.
Fer.......	0,0360	0,0180	0,0152	soit pour 100..	84,1	84,3	83,5
Phosphore.	0,0068	0,00336	0,0030	»	15,9	15,7	16,5

» Il convient donc d'attribuer au phosphure de fer des fontes et aciers la formule Fe^3Ph, dont la composition théorique est la suivante :

Fer..............................	84,4
Phosphore.........................	15,6

» Léopold Schneider avait déjà obtenu, dans des conditions un peu différentes, un résultat identique (¹). C'est aussi la formule qu'avaient depuis longtemps admise Schrötter, Hvoslef et Percy pour des phosphures de fer préparés au laboratoire.

» *Arsenic.* — L'attaque d'une fonte ou d'un acier même très arsenical, par le sel cupripotassique, provoque la dissolution complète de l'arsénic, dont il ne reste pas la moindre trace dans le résidu.

» Si l'on traite le même acier par l'acide chlorhydrique faible et à l'abri

(¹) *Œsterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen,* p. 735; 1886.

du contact de l'air, par la méthode que nous avons décrite au sujet du ferrosilicium, l'arsenic reste entièrement insoluble; on n'en peut constater que des traces presque insensibles, soit dans les produits gazeux, soit dans la dissolution.

» 2^{gr} d'acier contenant 4,25 pour 100 d'arsenic ont laissé, dans ces conditions, un résidu insoluble du poids de 84^{mgr},3, entièrement dépourvu de fer et exclusivement formé d'arsenic libre.

» L'arsenic, contrairement aux métalloïdes étudiés jusqu'ici, paraît donc ne pas former de combinaison avec le fer et se trouver simplement dissous dans la fonte ou l'acier. Il se rapproche par là de la plupart des métaux, dont nous nous occuperons dans la suite de ce travail.

» Le contraste est particulièrement remarquable avec le phosphore, qui se trouve entièrement à l'état de phosphure métallique dans les fontes, comme nous venons de le voir.

» La différence d'état chimique de ces deux éléments, si analogues à d'autres égards, donnera sans doute l'explication de la différence très grande, remarquée depuis peu dans l'influence, qu'exercent l'arsenic et le phosphore sur les propriétés des aciers. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note relative à un Mémoire de M.* D. Eginitis, *sur le climat d'Athènes;* par M. **Lœwy**.

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un Mémoire de M. Eginitis, directeur de l'observatoire d'Athènes, qui contient une étude sur le climat d'Athènes.

» Les antécédents de l'auteur, ancien élève de l'Observatoire et de la Faculté des Sciences de Paris, nous ont permis de présumer que cette publication ne formerait pas un simple recueil statistique des éléments météorologiques et de leurs moyennes. Elle constitue, en effet, à la fois une recherche scientifique originale et une étude historique d'un très grand attrait.

» Cet astronome s'est livré à un travail approfondi sur le climat de l'Attique. Il a sondé l'antiquité la plus reculée de la Grèce pour y recueillir non seulement toutes les indications possibles sur le climat luimême, mais aussi sur les conceptions des anciens philosophes concernant les principaux phénomènes météorologiques. Dans les divers Chapitres traitant de la pression atmosphérique, de la température, de l'état hygromé-

trique de l'air, de la nature et de la force des vents et de leur périodicité, de la pluie, des orages, des neiges, etc., l'Auteur débute toujours par l'exposé des théories des anciens et des renseignements qu'ils ont légués à la postérité. Les sources auxquelles il a puisé sont surtout les écrivains grecs et latins. Il a pu ainsi découvrir des observations précieuses datant de plus de trois mille ans. Ces observations n'ont pas pu être numériques et se rapportent seulement à des éléments climatériques qui n'exigent pas d'instruments spéciaux; mais elles offrent cependant un haut intérêt puisqu'elles ont permis de signaler quelques particularités du climat du pays. D'un autre côté, M. Eginitis a rassemblé et soumis à une analyse détaillée les publications similaires de l'époque moderne; il a coordonné et réduit toutes les séries d'observations effectuées à Athènes depuis cinquante ans.

» En comparant toutes les données recueillies depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, il est ainsi arrivé, après une discussion approfondie, à des conclusions importantes pour l'Histoire et pour la Science. M. Eginitis croit pouvoir démontrer que non seulement les anciens connaissaient le poids de l'air, mais qu'ils possédaient aussi des notions judicieuses sur la rosée et l'arc-en-ciel.

» En dehors de ces recherches historiques, cette étude météorologique renferme encore un ensemble de vues et de faits nouveaux. M. Eginitis, par exemple, constate et explique une double oscillation dans l'humidité de l'air. Il indique également les causes probables qui provoquent les phénomènes pluvieux de l'Attique.

» Le directeur de l'observatoire d'Athènes, grâce à ce travail très complet, a rendu un grand service à la Science. Les météorologistes trouveront désormais, dans cette publication, tous les éléments nécessaires à l'étude de cette région de l'Europe, restée inexplorée, jusqu'à présent, au point de vue de la Physique du globe. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Folie adresse, par l'entremise de M. A. Cornu, un Mémoire portant pour titre : « Théorie élémentaire du mouvement de rotation de l'écorce terrestre ».

(Commissaires : MM. Faye, Callandreau, Poincaré.)

M. **Hadamard** adresse un Mémoire « Sur les lignes géodésiques des surfaces à courbures opposées ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **Chantron** adresse un complément à sa Communication relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à se faire représenter à la Distribution des prix du Concours général entre les Lycées et Collèges de la Seine et de Seine-et-Oise, qui aura lieu le 30 juillet.

M. **Virchow**, élu Associé étranger, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Gayon**, élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée : « Études de céramique, exécutées à la demande des fabricants de porcelaine de Limoges; par M. *Emilio Damour* ». (Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, février 1897). (Présenté par M. Damour.)

M. **Albert Gaudry** présente à l'Académie un Ouvrage de sir *John Evans*, Correspondant de l'Institut. Cet Ouvrage est une nouvelle édition des *Anciens instruments en pierre de la Grande-Bretagne*. La première édition avait paru en 1872 : elle a été traduite en français; elle était depuis longtemps épuisée. Sir John Evans, dans sa seconde édition, a ajouté les découvertes qui ont été faites depuis vingt-cinq ans. Ces découvertes se

rapportent surtout aux temps paléolithiques. Le livre de M. Evans est donc particulièrement utile aux géologues; mais il intéressera un grand nombre de personnes, parce qu'il fait connaître les opinions d'un savant de premier ordre, et aussi parce qu'il renferme une multitude de gravures très belles, avec lesquelles chacun pourra déterminer les instruments de pierre trouvés dans les gisements préhistoriques.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la comète périodique de d'Arrest.* Note de M. G. Leveau, présentée par M. Lœwy.

« Grâce à l'éphéméride approchée que j'avais publiée au commencement de l'année, la comète périodique de d'Arrest a été retrouvée, le 28 juin, par M. Perrine, astronome à l'observatoire Lick; depuis, elle a été observée aux observatoires d'Alger et de Toulouse.

» Vu l'extrême faiblesse apparente de la comète, il est nécessaire de fournir aux astronomes une éphéméride plus exacte pour leur faciliter la préparation de nouvelles observations.

» En appliquant à l'anomalie moyenne primitivement employée la correction $\delta M_0 = -20'$, j'ai obtenu l'éphéméride suivante qui satisfait à une minute d'arc près les observations de Lick, Alger et Toulouse.

Éphéméride pour le minuit moyen de Paris.

Dates 1897.		Æ.	Mouvement pour 1 jour.	⨀.	Mouvement pour 1 jour.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.
		h m s	m	° '	'	
Juillet	24,5	3. 9. 4	+2,20	+6.24,5	−2,3	
»	26,5	3.13.42	+2,17	+6.19,6	−2,7	
»	28,5	3.18.14	+2,13	+6.14,0	−3,1	0,227
»	30,5	3.22.39	+2,10	+6. 7,6	−3,5	
Août	1,5	3.26.57	+2, 6	+6. 0,4	−3,9	
»	3,5	3.31. 8	+2, 3	+5.52,5	−4,3	
»	5,5	3.35.13	+1,59	+5.43,8	−4,6	0,217
»	7,5	3.39.10	+1,56	+5.34,4	−5,0	
»	9,5	3.43. 0	+1,52	+5.24,3	−5,3	
»	11,5	3.46.43	+1,48	+5.13,5	−5,7	
»	13,5	3.50.18	+1,45	+4. 2,0	−6,0	0,208
»	15,5	3.53.46	+1,40	+4.49,9	−6,3	
»	17,5	3.57. 5	+1,37	+4.37,1	−6,6	
»	19,5	4. 0.17	+1,33	+4.23,7	−7,0	

Dates 1897.		Æ.	Mouvement pour 1 jour.	Ⓓ.	Mouvement pour 1 jour.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.
		h m s	m	° ′	′	′
Août	21,5	4. 3.21	+1,29	+4. 9,6	−7,3	0,200
»	23,5	4. 6.17	+1,25	+3.54,9	−7,5	
»	25,5	4. 9. 4	+1,21	+3.39,7	−7,8	
»	27,5	4.11.43	+1,17	+3.23,9	−8,1	
»	29,5	4.14.14	+1,12	+3. 7,6	−8,4	0,192
»	31,5	4.16.36	+1, 8	+2.50,7	−8,6	
Septembre	2,5	4.18.49	+1, 3	+2.33,4	−8,8	
»	4,5	4.20.53	+0,59	+2.15,6	−9,1	
»	6,5	4.22.48	»	+1.57,3	»	0,186

» Le 30 juin, la valeur de $\frac{1}{r^2\Delta^2}$ était 0,260. »

MÉCANIQUE. — *Sur les intégrales quadratiques de la Dynamique.* Note de M. P. **Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Dans une Note du mois de février 1897, j'ai indiqué une classe étendue de problèmes de la Dynamique possédant des intégrales quadratiques, problèmes qui constituent une généralisation naturelle du type, aujourd'hui classique, de M. Stœckel. M. Stœckel veut bien me faire observer qu'il a effectué lui-même cette généralisation dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 7 octobre 1895) et que les types auxquels il parvient ne diffèrent que par la notation de ceux que j'ai signalés. Je m'empresse de restituer à M. Stœckel la découverte qui lui appartient. Je me permets d'ajouter que les ds^2 en question figuraient dans mon Mémoire (encore inédit) que l'Académie a bien voulu couronner (prix Bordin, décembre 1894), où je les employais à la formation des *ds^2 correspondants*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre à plusieurs fonctions inconnues.* Note de M. **Jules Beudon**, présentée par M. Darboux.

« On doit à Cauchy une méthode remarquable pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre à une seule fonction inconnue et à deux variables indépendantes. Cette méthode s'applique

immédiatement, comme on va le voir, au cas de $n+p$ équations du premier ordre à n fonctions inconnues.

» 1. Soit, pour simplifier, le système

$$\left.\begin{array}{l} f_1(x, y, z, u, p, q, p_1, q_1) = 0 \\ f_2(x, y, z, u, p, q, p_1, q_1) = 0 \\ f_3(x, y, z, u, p, q, p_1, q_1) = 0 \end{array}\right\} \begin{array}{ll} p = \dfrac{\partial z}{\partial x}, & q = \dfrac{\partial z}{\partial y}, \\ p_1 = \dfrac{\partial u}{\partial x}, & q_1 = \dfrac{\partial u}{\partial y}. \end{array}$$

» Pour qu'il soit passif, il faut et il suffit, d'après M. von Weber (¹), que les conditions suivantes soient remplies :

» 1° Les fonctions f_1, f_2, f_3 doivent être indépendantes par rapport aux lettres p, q, p_1, q_1;

» 2° Tous les déterminants à six lignes et six colonnes de la matrice suivante sont nuls :

$$\left\| \begin{array}{ccccccc} M_1 & \dfrac{\partial f_1}{\partial p} & \dfrac{\partial f_1}{\partial p_1} & \dfrac{\partial f_1}{\partial q} & \dfrac{\partial f_1}{\partial q_1} & 0 & 0 \\ N_1 & 0 & 0 & \dfrac{\partial f_1}{\partial p} & \dfrac{\partial f_1}{\partial p_1} & \dfrac{\partial f_1}{\partial q} & \dfrac{\partial f_1}{\partial q_1} \\ M_2 & .. & .. & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ N_2 & .. & .. & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ M_3 & .. & .. & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ N_3 & .. & .. & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{array} \right\|$$

$$M_i = \frac{\partial f_i}{\partial x} + \frac{\partial f_i}{\partial z} p + \frac{\partial f_i}{\partial u} p_1, \qquad N_i = \frac{\partial f_i}{\partial y} + \frac{\partial f_i}{\partial z} q + \frac{\partial f_i}{\partial u} q_1;$$

» 3° Les déterminants à cinq lignes et cinq colonnes ne s'annulent pas tous. On déduit de là (²) que toutes les équations obtenues en annulant les déterminants à deux lignes et deux colonnes de la matrice

$$\left\| \begin{array}{ccc} \dfrac{\partial f_1}{\partial q} - \dfrac{\partial f_1}{\partial p}\lambda & \dfrac{\partial f_2}{\partial q} - \dfrac{\partial f_2}{\partial p}\lambda & \dfrac{\partial f_3}{\partial q} - \dfrac{\partial f_3}{\partial p}\lambda \\ \dfrac{\partial f_1}{\partial q_1} - \dfrac{\partial f_1}{\partial p_1}\lambda & \dfrac{\partial f_2}{\partial q_1} - \dfrac{\partial f_2}{\partial p_1}\lambda & \dfrac{\partial f_3}{\partial q_1} - \dfrac{\partial f_3}{\partial p_1}\lambda \end{array} \right\|$$

ont une racine commune en λ.

» 2. Cela posé, j'effectue le changement de variables de Cauchy, en ap-

---

(¹) Von Weber, *Journal de Crelle*, t. 118, p. 124.

(²) Von Weber, *loc. cit.*, p. 130.

pelant α la variable auxiliaire; j'aurai

$$\frac{\partial z}{\partial x} = p + q\frac{\partial y}{\partial x}, \quad \frac{\partial u}{\partial x} = q_1\frac{\partial y}{\partial x} + p_1, \quad \frac{\partial p}{\partial \alpha} = \frac{\partial q}{\partial x}\frac{\partial y}{\partial \alpha} - \frac{\partial p}{\partial \alpha}\frac{\partial y}{\partial x},$$

$$\frac{\partial z}{\partial \alpha} = q\frac{\partial y}{\partial \alpha}, \quad \frac{\partial u}{\partial \alpha} = q_1\frac{\partial y}{\partial \alpha}, \quad \frac{\partial p_1}{\partial \alpha} = \frac{\partial q_1}{\partial x}\frac{\partial y}{\partial \alpha} - \frac{\partial q_1}{\partial \alpha}\frac{\partial y}{\partial x}.$$

» En différentiant les équations proposées par rapport à α, en tenant compte des relations précédentes, on peut partager chaque résultat en deux parties :

$$\frac{\partial f_i}{\partial y} + \frac{\partial f_i}{\partial z}q + \frac{\partial f_i}{\partial u}q_1 + \frac{\partial f_i}{\partial p}\frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial f_i}{\partial p_1}\frac{\partial q_1}{\partial x} = 0,$$

$$\frac{\partial q}{\partial \alpha}\left(\frac{\partial f_i}{\partial q} - \frac{\partial f_i}{\partial p}\frac{\partial y}{\partial x}\right) + \frac{\partial q_1}{\partial \alpha}\left(\frac{\partial f_i}{\partial q_1} - \frac{\partial f_i}{\partial p_1}\frac{\partial y}{\partial x}\right) = 0.$$

$$i = 1, 2, 3.$$

» En différentiant par rapport à x, les équations proposées donnent

$$0 = \frac{\partial f_i}{\partial x} + \frac{\partial f_i}{\partial z}\left(p + q\frac{\partial y}{\partial x}\right) + \frac{\partial f_i}{\partial u}\left(p_1 + q_1\frac{\partial y}{\partial x}\right)$$
$$+ \frac{\partial f_i}{\partial p}\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial f_i}{\partial q}\frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial f_i}{\partial p_1}\frac{\partial p_1}{\partial x} + \frac{\partial f_i}{\partial q_1}\frac{\partial q_1}{\partial x}.$$

» On a ainsi des équations qui définissent

$$\frac{\partial y}{\partial x}, \quad \frac{\partial z}{\partial x}, \quad \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \frac{\partial p}{\partial x}, \quad \frac{\partial q}{\partial x}, \quad \frac{\partial p_1}{\partial x}, \quad \frac{\partial q_1}{\partial x},$$

et qui sont compatibles quand on suppose les conditions d'intégrabilité vérifiées. *On a donc un système de caractéristiques du premier ordre pour les fonctions z et u*; ces caractéristiques dépendent des quatre constantes arbitraires.

» Le degré de généralité des intégrales peut se définir ainsi :

» On se donne arbitrairement une courbe C tracée sur u et un point d'intersection de z avec cette courbe; les équations proposées déterminent une courbe C′ tracée sur z, ainsi que les orientations des éléments du premier ordre sur C et C′; les caractéristiques permettent d'engendrer les deux surfaces.

» 3. Ainsi se trouvent complétés et expliqués les résultats indiqués par M. von Weber dans son Mémoire du *Journal de Crelle*.

» Ces résultats sont d'ailleurs des conséquences immédiates d'un théorème de M. Riquier (à savoir que *tout système passif à plusieurs fonctions inconnues peut se ramener à des systèmes passifs successifs à une seule fonction*

inconnue), auquel il faut joindre un théorème que j'ai donné autrefois (¹), et d'après lequel tout système différentiel passif à une seule fonction inconnue dont l'intégrale générale ne dépend que d'une fonction arbitraire d'un seul argument peut être intégré par des équations différentielles ordinaires.

» Je me réserve d'ailleurs de revenir sur le cas où le nombre des variables indépendantes est supérieur à deux. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces rapportées à leurs lignes de longueur nulle.* Note de M. **Eugène Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« L'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} - \frac{1}{2}\frac{\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x\,\partial y}}{\frac{\partial \varphi}{\partial x}}\frac{\partial z}{\partial x} - \frac{1}{2}\frac{\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x\,\partial y}}{\frac{\partial \varphi}{\partial y}}\frac{\partial z}{\partial y} = 0, \tag{1}$$

où φ est une fonction donnée de x et y, a été rencontrée, comme on sait, par Ribaucour dans le cas particulier où la fonction φ est telle que l'expression

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x}dx^2 + \frac{\partial \varphi}{\partial y}dy^2$$

soit le carré de l'élément linéaire d'une surface à courbure totale égale à 1.

» D'autre part, l'équation

$$\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}\right)^2 = 4\lambda\frac{\partial z}{\partial x}\frac{\partial z}{\partial y}, \tag{2}$$

où λ est une fonction donnée de x et y, a été considérée récemment par M. Goursat qui a ramené son intégration à celle de la suivante

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} - \frac{1}{2}\frac{\partial \log\lambda}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y} - \lambda u = 0 \tag{3}$$

et en a déduit, entre autres résultats importants, l'exemple d'une équation

(¹) J. Beudon, *Sur certains systèmes d'équations aux dérivées partielles* (*Comptes rendus*, 2 février 1895).

de la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}+f\left(x, y, z, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}\right)=0$$

n'appartenant pas à la classe envisagée par M. Moutard et pour laquelle existe, cependant, une intégrale générale explicite.

» Je me propose de montrer que l'équation (1) prise sous la forme la plus générale et les équations (2), (3) considérées par M. Goursat interviennent simultanément dans une question de Géométrie qui n'a pas encore été étudiée, mais qui présente, cependant, un certain intérêt.

» Proposons-nous de déterminer les formules les plus générales qui représentent une surface rapportée à ses lignes de longueur nulle.

» Les coordonnées cartésiennes rectangulaires X, Y, Z d'un point de la surface seront des fonctions de deux paramètres x et y vérifiant les relations

$$\left(\frac{\partial X}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial Y}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial Z}{\partial x}\right)^2=0,$$
$$\left(\frac{\partial X}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial Y}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial Z}{\partial y}\right)^2=0.$$

» Donnons-nous arbitrairement $X+iY$ et soit $X+iY=\varphi$; nous aurons pour déterminer $X-iY=z'$ et $Z=z$ les deux équations

$$\frac{\partial z'}{\partial x}\frac{\partial \varphi}{\partial x}=-\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2,$$
$$\frac{\partial z'}{\partial y}\frac{\partial \varphi}{\partial y}=-\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2.$$

» Or, en laissant de côté le cas où z et φ seraient liées par une relation, l'élimination de z' entre ces deux équations conduit à l'équation (1) et l'élimination de z conduit à l'équation

$$\frac{\left(\dfrac{\partial^2 z'}{\partial x\,\partial y}\right)^2}{\dfrac{\partial z'}{\partial x}\dfrac{\partial z'}{\partial y}}=\frac{\left(\dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial x\,\partial y}\right)^2}{\dfrac{\partial \varphi}{\partial x}\dfrac{\partial \varphi}{\partial y}}$$

définissant z' et qui n'est autre que l'équation (2) où l'on aurait mis en évidence une solution particulière φ.

» Nous pouvons donc énoncer la proposition suivante :

» *Soit φ une fonction donnée de x et y pouvant être prise arbitrairement;*

si z désigne une solution de l'équation (1), *les formules*

$$(4)\qquad \begin{cases} X + iY = \varphi, \\ X - iY = -\displaystyle\int \frac{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2}{\frac{\partial \varphi}{\partial x}} dx + \frac{\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}{\frac{\partial \varphi}{\partial y}} dy, \\ Z \qquad = z \end{cases}$$

définissent une surface rapportée à ses lignes de longueur nulle; le carré de l'élément linéaire de cette surface est

$$-\frac{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\frac{\partial \varphi}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial y}\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2}{\frac{\partial \varphi}{\partial x}\frac{\partial \varphi}{\partial y}} dx\, dy.$$

» Si l'on combine les résultats précédents avec ceux de M. Goursat, on est conduit à envisager le système

$$\frac{\partial z}{\partial x} = u\sqrt{\frac{\partial \varphi}{\partial x}},$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x\, \partial y}\frac{\partial z}{\partial y} = 2\sqrt{\frac{\partial \varphi}{\partial x}}\frac{\partial \varphi}{\partial y}\frac{\partial u}{\partial y}$$

reliant deux inconnues z et u et en vertu duquel z satisfait à l'équation (1) et u à l'équation (3) où λ a pour valeur

$$(5)\qquad \lambda = \frac{1}{4}\frac{\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x\, \partial y}\right)^2}{\frac{\partial \varphi}{\partial x}\frac{\partial \varphi}{\partial y}}.$$

» La proposition énoncée précédemment prend la forme suivante : *φ désignant une fonction donnée de x et y, et λ étant définie par la relation* (5), *les formules*

$$X + iY = \varphi,$$

$$X - iY = -\int u^2 dx + \frac{1}{\lambda}\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 dy,$$

$$Z = \int u\sqrt{\frac{\partial \varphi}{\partial x}} dx + \sqrt{\frac{1}{\lambda}\frac{\partial \varphi}{\partial y}}\frac{\partial u}{\partial y} dy,$$

où u désigne une solution de l'équation (3), *définissent une surface rapportée à ses lignes de longueur nulle.*

» Les considérations précédentes conduisent à une classification des surfaces à l'égard de leurs lignes de longueur nulle et suivant la nature de la fonction φ; l'expression (5) formée avec φ joue évidemment le rôle prépondérant, de sorte que l'étude de l'équation (2) de M. Goursat s'introduit ici d'une façon nécessaire.

» Les surfaces qui se présentent tout d'abord dans l'ordre d'idées qui vient d'être indiqué sont évidemment celles pour lesquelles on a

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \, \partial y} = 0;$$

les formules (4) nous montrent que *ce sont les surfaces minima.* »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le tracé pratique des engrenages.* Note de M. L. LECORNU, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« La théorie des engrenages plans conduit à profiler les dents suivant certaines courbes dont le tracé est assez délicat; aussi les constructeurs se contentent-ils souvent de substituer à ces courbes des arcs de cercle choisis de manière à en épouser à peu près la forme. Il est dès lors intéressant de renverser les termes du problème, c'est-à-dire de supposer *a priori* les dents circulaires, et de chercher comment leurs centres et leurs rayons doivent être déterminés pour obtenir un rapport des vitesses angulaires aussi peu variable que possible. M. Sharp, de Londres, a naguère examiné cette question : il s'est imposé la condition que le rapport des vitesses angulaires eût la même valeur pour trois positions du couple de dents en contact, par exemple pour la position moyenne et pour les deux positions extrêmes. Malheureusement, la construction à laquelle il est parvenu, et qui ne repose d'ailleurs que sur des calculs approchés, présente une grande complication et ne semble pas, dès lors, offrir un avantage marqué sur la plupart des méthodes usuelles. En me bornant au cas où le pas n'est qu'une petite fraction de chacune des circonférences primitives, j'ai obtenu des résultats beaucoup plus simples.

» Si l'on considère deux arbres pour lesquels le rapport des rotations est réglé par le contact de deux profils circulaires, la distance des centres de ces deux profils reste invariable, et il en est de même de la distance de chaque centre à l'axe de rotation correspondant. La transmission équivaut ainsi à celle que réaliserait un système de deux bielles reliées par une ma-

nivelle, étant bien entendu que l'on a à considérer seulement la période pendant laquelle une même paire de dents reste en contact. Le rapport des vitesses angulaires est inversement proportionnel à celui des segments interceptés par la bielle sur la ligne des centres fixes, et tout revient à faire en sorte que le point de rencontre de la bielle avec cette ligne éprouve un déplacement négligeable. Or, j'ai trouvé qu'il existe une disposition pour laquelle, à une rotation des manivelles infiniment petite du premier ordre, correspond une valeur de ce déplacement qui est infiniment petite du troisième ordre. La construction à faire est la suivante :

» *Étant donnés les centres fixes* O_1 *et* O_2, *marquer le point de contact* P *des circonférences primitives, mener par ce point une droite* DD′ *inclinée d'un angle arbitraire* φ *sur la ligne* O_1O_2 (en pratique cet angle doit être assez voisin de 90°). *Déterminer le point* Q, *conjugué harmonique de* P *par rapport à* O_1O_2, *et prolonger* PQ *d'une longueur* QQ′ *égale à* $\frac{1}{2}$ PQ. *Projeter ensuite le point* Q′ *en* C *sur la direction* PC, *normale en* P *à* DD′. *Le point* C *est le point de concours des manivelles fictives;* DD′ *est la bielle.*

» Cette construction revient à faire en sorte que P soit un point de rebroussement pour l'enveloppe de la bielle.

» J'ai calculé la variation éprouvée par le rapport des vitesses angulaires quand le système passe de la position initiale ainsi déterminée à une position voisine. Si s désigne l'arc décrit par un point de l'une des circonférences primitives dans ce changement de position, le rapport v des vitesses angulaires subit une variation δv, et l'on a

$$\frac{\delta v}{v} = \frac{(2R_1 + R_2)(2R_2 + R_1)(R_1 + R_2)}{18 R_1^3 R_2^3} s \operatorname{tang} \varphi,$$

R_1 et R_2 désignant les rayons des circonférences primitives. Soient n_1 et n_2 les nombres de dents. Quand le point de contact d'une dent passe de la position moyenne à l'une des positions extrêmes, l'arc s est sensiblement égal à la moitié du pas, et l'on a $\frac{R_1}{n_1} = \frac{R_2}{n_2} = \frac{s}{\pi}$. Attribuons en même temps à φ la valeur 75° ordinairement adoptée pour les engrenages à développante, et il vient

$$\frac{\delta v}{v} = 6,43 \times \frac{(2n_1 + n_2)(2n_2 + n_1)(n_1 + n_2)}{n_1^3 n_2^3}.$$

» Si, par exemple, les roues portent respectivement 30 et 60 dents, on trouve $\frac{\delta v}{v} = 0,0017$. C'est-à-dire qu'en supposant constante la vitesse de l'une des roues, la vitesse de l'autre éprouve, de part et d'autre de sa

valeur moyenne, une oscillation qui n'atteint pas $\frac{1}{500}$ de cette valeur.

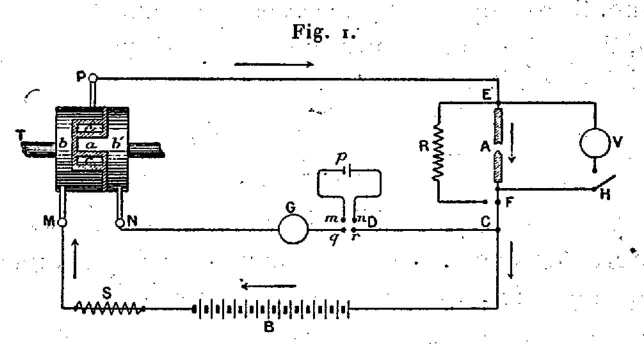
» Le principal inconvénient du système consiste dans l'impossibilité de faire engrener une même roue avec des roues de différents diamètres. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de l'arc électrique*. Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. Potier.

« Dans un précédent travail ([1]) j'ai fait connaître diverses raisons qui ne permettent pas d'admettre, dans l'arc électrique, l'existence d'une force électromotrice de nature comparable aux forces électromotrices ordinaires, et de même ordre de grandeur que la différence de potentiel entre les crayons. Je me propose aujourd'hui de compléter cette démonstration par les résultats d'expériences exécutées dans ce but, d'après une méthode nouvelle ([2]).

» Cette méthode consiste à interrompre périodiquement, à des intervalles très rapprochés et pendant des instants très courts, le circuit d'un arc alimenté par un courant constant, et à réunir, pendant chaque interruption, les deux charbons à un galvanomètre; ces opérations sont faites par un commutateur tournant, dont la *fig.* 1 indique la disposition ainsi que le montage des circuits et des appareils.

Fig. 1.



Disposition des appareils : T, commutateur tournant; M et P, balais principaux; N, balai du galvanomètre; B, batterie d'accumulateurs (70 volts) alimentant l'arc; S, résistance de stabilité sans induction; G, galvanomètre; *p*, élément d'accumulateur; D, commutateur inverseur; C, interrupteur à deux directions; A, arc électrique; E et F, bornes de la lampe; R, résistance sans induction pouvant être substituée à l'arc; V, voltmètre; H, clef du voltmètre.

» Le commutateur T, entraîné par un moteur à courant continu à vitesse constante,

([1]) *Lumière électrique,* 30 septembre 1893, p. 612.

([2]) Travail exécuté au laboratoire central de la Société internationale des Électriciens, avec le concours de M. Letheule, ancien élève de l'École d'Électricité.

est formé d'un noyau en ébonite sur lequel sont placées deux bagues b et b' en cuivre dont l'une, b, est plus large que l'autre; la bague b porte une large échancrure dans laquelle trouvent place une baguette a faisant partie de b' et deux plaquette cc isolées, également en cuivre. Toutes ces parties sont séparées par de solides isolants en mica, et les balais sont eux-mêmes très bien isolés de leur support par de l'ébonite, de sorte que l'isolement entre deux quelconques des balais reposant sur le commutateur et entre chaque balai et la terre a toujours dépassé 5 mégohms. Ce commutateur tourne à une vitesse d'environ 40 tours par seconde, et l'échancrure de la bague b est d'environ $\frac{1}{5}$ de la circonférence.

» La lampe à arc est alimentée par une batterie B donnant environ 70 volts de force électromotrice; le courant traverse successivement une résistance de stabilité S, le commutateur entre les balais M et P par l'intermédiaire de la bague b, la lampe EF et l'interrupteur C. A chaque tour, il est interrompu pendant $\frac{1}{5} \times \frac{1}{40} = \frac{1}{200}$ de seconde par le passage de l'échancrure de la bague b sous le balai P, l'étincelle de rupture se fait sur la pièce isolée c. Ces interruptions étant très courtes et très rapprochées, l'arc présente une parfaite stabilité et ne se distingue pas d'un arc ordinaire à courant continu.

» Le régime étant bien réglé, on établit une connexion entre q et r, de façon que l'arc se trouve fermé en court circuit sur le galvanomètre suffisamment sensible (¹) pendant chaque passage de la baguette a sous le balai P ($\frac{1}{600}$ de seconde environ). Grâce à cette disposition, on n'a pas à craindre l'influence du refroidissement sur les conditions physiques de l'arc pendant l'extinction (²) ni par suite pendant le passage de la languette a. S'il y a donc force électromotrice elle ne peut pas ne pas se traduire par une déviation du galvanomètre et produire une déviation permanente facile à observer.

» Une batterie auxiliaire p réduite ordinairement à un seul élément et qu'on intercale dans le circuit du galvanomètre dans un sens, puis dans l'autre, permet d'apprécier la valeur de cette force électromotrice en même temps que de vérifier la sensibilité de la méthode; il suffit, pour cela, de faire deux lectures des déviations ainsi obtenues et de les comparer à celle que donne l'arc seul.

» D'autre part, on compare l'arc à une résistance en substituant à la lampe à arc, par la clef C, une résistance morte R, prenant sensiblement *même courant et même voltage* et en refaisant la même série de mesures que sur la lampe, de façon à apprécier en quoi diffèrent les phénomènes observés dans les deux cas.

» Le Tableau suivant résume quelques-unes des séries de chiffres ainsi

(¹) Ce galvanomètre était un galvanomètre Deprez-d'Arsonval différentiel dont l'un des circuits était court-circuité pour assurer une grande fixité du spot. Le circuit utilisé avait une résistance de 128,9 ohms à laquelle on ajoutait en série une bobine qui la portait à 3676 ohms. La résistance de l'arc est négligeable en face de celle-là.

(²) C'est faute d'avoir réalisé cette condition qu'aucun des précédents expérimentateurs n'a donné de solution certaine de la question.

obtenus, les déviations étant comptées en millimètres de l'échelle transparente à partir d'un zéro repéré chaque fois.

		Cas de l'arc.					Cas de la résistance substituée.				
		Régime de l'arc (¹).		Déviations du galvanomètre.			Régime auquel on soumet la résistance.		Déviations du galvanomètre.		
					Arc avec la pile p.					Résistance avec la pile p.	
Numéro de l'expérience.	Nature des crayons.	Ampères.	Volts aux bornes.	Arc seul.	sens +.	sens —.	Ampères.	Volts aux bornes.	Résistance seule.	sens +.	sens —.
1.....	A. H.	5	35	7	70	—78	5	34,5	0	71,5	—75
2.....	H. H.	8	28	1	75	—72	8	27,7	—9,5	66	—83
3.....	H. H.	10	18	0	75	—73	10	18	—4	73	—78
4.....	H. H.	8	18	—3,5	73	—75	8	28	—8	67	—82
5.....	H. H.	11	4	1,3	80	—73	11	4	0,5	76	—73
6.....	A. H.	7	20	1	73	—73	7	20	1	76	74
7.....	A. H.	7,5	20	2	71	—74	7,5	20	—3	71	75
8.....	A. H.	8	18	—5	70	—78	8	17,7	—6	68	79
9.....	H. H.	8	19	—1	72,5	—77	8,25	17,5	1,2	75,5	73
10.....	A. H.	6	29	2,5	77	—75	6	29	2,5	77	74

» On voit que les deux déviations produites par une force électromotrice de 2^{volts},5 seulement (force électromotrice de l'accumulateur p) dans le circuit de l'arc sont très grandes par rapport à celles que donne l'arc seul. Ces dernières, ainsi que les différences entre les deux déviations différentes, qui sont de même ordre, ne suivent aucune loi systématique et rentrent dans les erreurs d'expérience; celles-ci n'ont rien d'exagéré si l'on songe que l'on rompt brusquement un courant d'une dizaine d'ampères à chaque tour du commutateur et que l'isolement de la batterie principale par rapport au galvanomètre n'est jamais absolument parfait (²). En tout

(¹) Ces régimes sont les régimes apparents égaux aux $\frac{4}{5}$ des régimes vrais pendant le passage du courant.

(²) Il est à remarquer, du reste, que l'isolement ne pouvait introduire que des causes d'erreurs *favorables à l'idée d'une force contre-électromotrice*.

cas, en admettant même que ces déviations soient dues à autre chose que des erreurs, la plus forte de celles-ci, dans le cas de l'arc seul, ne dépasse pas cinq divisions, tandis que la pile donne en moyenne soixante-quinze divisions; la force électromotrice de l'arc ne pourrait donc dépasser

$$\frac{5}{75} \times 2,25 = 0^{\text{volt}},15.$$

» Il y a loin de là aux 20 ou 30 volts et souvent plus qu'on lui attribue d'ordinaire.

» *Conclusions.* — Il me paraît définitivement établi par ces mesures que l'arc électrique, considéré à un régime donné de courant et de voltage, se comporte sensiblement comme une résistance et ne présente pas de force contre-électromotrice comparable à la différence de potentiel observée; il n'est donc pas dû à un phénomène d'électrolyse. Au degré de précision obtenu, on peut même assurer que s'il subsiste une force électromotrice résiduelle, due aux effets thermo-électriques par exemple, elle ne saurait dépasser une fraction de volt.

» L'arc est, en définitive, *équivalent* à une résistance, sans que cette expérience puisse d'ailleurs permettre de déterminer la *nature* de cette résistance. »

PHYSIQUE. — *De l'action des charges électriques sur la propriété de décharge provoquée dans l'air par les rayons* X. Note de M. **Émile Villari**, présentée par M. Mascart.

« On sait que les gaz traversés par les rayons X acquièrent la propriété de décharger les conducteurs électrisés; j'ai démontré qu'ils conservent cette propriété, quoique diminuée, même après avoir parcouru des tubes de verre ou de plomb de 10^{m} de longueur, et plus encore ([1]). A la suite d'autres recherches, je suis parvenu aux conclusions suivantes :

» L'air, traversé par les rayons X et insufflé contre l'extrémité d'un fil métallique à l'état naturel, conserve tout entière sa vertu de décharge.

» Insufflé contre l'extrémité d'un fil électrisé ($F \pm$), il perd complètement la propriété de décharger ensuite sur un électroscope ($E \pm$) ayant une charge de même signe que celle du fil.

» Il conserve, au contraire, l'aptitude à décharger un électroscope ($E \mp$) ayant une charge de signe contraire à celle du fil.

([1]) Comptes rendus de l'*Accademia dei Lincei*, juillet et octobre 1896.

» L'air traversé par les rayons X et lancé contre les bouts rapprochés de deux fils présentant des charges contraires, perd toute propriété de décharge; de sorte qu'il agit ensuite, sur un électroscope possédant une charge de signe quelconque, comme l'air ordinaire, sans le décharger tout à fait.

» L'air, traversé par les rayons X, en passant par un ozonateur, mis en activité ou activé depuis peu, et, par conséquent, avec des charges restantes opposées, ou par un autre appareil semblable ayant deux charges contraires, perd toute vertu de décharge, et agit comme l'air ordinaire.

» L'air traversé par les rayons X agit donc, dans ces expériences, comme si ses molécules avaient des charges opposées, par lesquelles il déchargerait les corps électrisés.

» En neutralisant avec un fil électrisé positivement, par exemple, la charge des molécules négatives, l'air ne peut plus, avec les molécules positives restantes, décharger un électroscope ayant une charge de même signe que le fil, c'est-à-dire positive; mais il décharge un électroscope possédant une charge contraire à celle du fil, c'est-à-dire négative. Il en est de même pour les charges contraires. Si l'on neutralise les deux charges des molécules, soit avec deux fils contrairement électrisés, soit avec un ozonateur, soit avec un autre appareil semblable ayant les deux charges contraires, l'air perd toute vertu de décharge (¹).

» Cette hypothèse, que nous ne donnons pourtant qu'avec réserve, facilite l'intelligence et l'interprétation des phénomènes; elle a permis de prévoir et de découvrir certains d'entre eux. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés des gaz traversés par les rayons X et sur les propriétés des corps luminescents ou photographiques.* Note de M. G. Sagnac, présentée par M. Lippmann (²).

« I. L'aspect voilé des photographies obtenues à grande distance dans mes essais de diffraction (³) des rayons X m'avait conduit à supposer que l'air traversé par les rayons X est luminescent (fluorescent ou phos-

---

(¹) Actes du *Reale Istituto d'Incoraggiamento* de Naples, 6 août 1896, et Comptes rendus de la *Reale Accademia* de Naples, 12 décembre 1896.

(²) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

(³) *Comptes rendus* du 30 mars 1896.

phorescent). On est autorisé maintenant à penser que les radiographies obtenues à grande distance doivent être voilées par les rayons X disséminés par l'air. Cette *dissémination* a été récemment mise en évidence par M. Röntgen [1]. Elle peut d'ailleurs être due soit à une *diffusion* proprement dite, soit à la *luminescence* de l'air (fluorescence ou phosphorescence).

» Dans l'hypothèse d'une diffusion proprement dite, les particules du gaz diffracteraient les rayons X d'après le rapport des longueurs d'onde des rayons au diamètre des molécules du gaz [2].

» On a constaté que, par la transmission à quelques mètres de distance dans l'air, les rayons X sont comme filtrés et ont acquis un plus grand pouvoir de pénétration. Il faudrait alors comparer les rayons X diffusés par l'air aux rayons lumineux, surtout bleus, diffusés par un milieu rempli de corpuscules de grandeurs comparables aux longueurs d'onde, et les rayons X transmis par l'air, aux rayons lumineux, surtout rouges, transmis par les mêmes milieux troubles. Les longueurs d'onde possibles des rayons X seraient alors comparables aux dimensions des particules des gaz, c'est-à-dire probablement inférieures à la millième partie des longueurs d'onde moyennes du spectre visible. Ce résultat ne serait pas en contradiction avec les recherches de M. Gouy sur les longueurs d'onde possibles des rayons X.

» Alors cette diffraction des rayons X par les particules des corps se manifesterait aussi pour l'état solide. J'ai bien constaté, en particulier, qu'un grand nombre de corps [3], et spécialement les métaux, frappés par les rayons X, impressionnent, *à quelques millimètres de distance*, même à travers certaines substances, une plaque photographique dont la face sensible *nue* regarde la face du corps directement frappée par les rayons X. Mais, comme je le montrerai ultérieurement, cette action photographique à distance n'est pas due à des rayons X renvoyés par le métal.

» II. *L'hypothèse d'une luminescence des gaz* traversés par les rayons X semble plus probable et plus féconde. Elle serait encore soutenable si la dissémination des rayons X était liée à une véritable diffusion.

---

(1) Röntgen, *Sitzungsberichte der Berl. Ak.*, mai 1897; *Eclairage électrique* du 17 juillet 1897.

(2) Les lois de la diffraction par un milieu trouble ont été données par Stokes et W. Strutt (L. Rayleigh). Voir à ce sujet : Mascart, *Traité d'Optique*, t. I, p. 335-342.

(3) Les verres en particulier. Le verre des plaques photographiques intervient ainsi par sa nature (faiblement, il est vrai, avec les plaques actuellement employées) dans le degré de sensibilité des plaques photographiques.

» Si l'on assimile les rayons X à des rayons lumineux ultra-violets (¹), leur absorption par l'air est à rapprocher de l'absorption des rayons ultra-violets. Cette absorption est, sans doute, accompagnée d'une transformation des rayons X, d'une véritable luminescence.

» III. Or *un corps luminescent peut présenter une variation importante de certaines propriétés*. L'existence d'une *image latente* n'est, je pense, que la plus frappante de ces modifications, bien distincte d'ailleurs de ce qu'on entend par une altération chimique (²). Le rapprochement des phénomènes de luminescence et des actions photographiques montre sous leur vrai jour les belles expériences de Niepce de Saint-Victor sur l'action rayonnante des corps insolés (³).

» On sait d'ailleurs que des rayons de grandes longueurs d'onde peuvent détruire l'image latente produite par des rayons de longueurs d'onde plus courtes (⁴); or, ils peuvent aussi détruire la phosphorescence; ils provoquent alors, sous forme d'émission lumineuse, la perte d'énergie emmagasinée par le corps lors de son illumination (⁵).

» Certains sels d'argent acquièrent, par l'éclairement, à la fois une conductibilité électrique nouvelle et une image latente (⁶). De même, une plaque de soufre éclairée change de conductibilité électrique (⁷) et acquiert une image latente révélable en noir par la vapeur de mercure. J'ai même constaté que cette image *se renverse par une surexposition prolongée* au soleil. Une plaque de soufre est à la fois un corps luminescent et une véritable plaque photographique.

» D'une manière générale, l'énergie de luminescence peut se révéler à nous :

» 1° En se transformant en *énergie rayonnée* soit spontanément, soit sous l'influence de la chaleur ou de radiations convenables;

» 2° En servant d'aliment ou d'amorce à un changement d'état très apparent, soit spontanément, soit sous l'influence d'une action mécanique

---

(¹) Voir : RAVEAU, *Journal de Physique*, 3ᵉ série, t. V, p. 113.

(²) Voir à ce sujet : DE LA BAUME PLUVINEL, *Théorie des procédés photographiques* (Paris, Gauthier-Villars).

(³) NIEPCE DE SAINT-VICTOR, *Comptes rendus*, t. LXV, p. 505; t. LIII, p. 33, etc.

(⁴) L'action est remarquable avec les plaques de Daguerre (CLAUDET, *Ann. de Ch. et de Phys.* (3ᵉ série), t. XXII, p. 332.

(⁵) BECQUEREL, *La Lumière*.

(⁶) S. ARRHENIUS, *Wien. Berichte*, (2), t. XCVI, p. 837.

(⁷) MONCKMANN, *Proc. R. S. L.*, t. XLVI, p. 136.

ou chimique, comme cela arrive dans le *développement photographique;*

» 3° Sans se transformer, l'énergie spéciale emmagasinée dans l'état de luminescence peut être décelée par le changement des propriétés générales du corps, par exemple les variations de la conductibilité électrique ([1]).

» IV. Dès lors, on est naturellement conduit à rattacher à l'état de luminescence la conductibilité électrique spéciale que présentent les gaz traversés par les rayons X. Les changements simultanés des autres propriétés des mêmes gaz viendront à l'appui de ce rapprochement.

» Les considérations précédentes font prévoir que la rapidité de la décharge d'un même conducteur placé dans différents gaz et l'intensité de la luminescence de ces mêmes gaz ne sont pas des phénomènes indépendants. »

M. **Radiguet** met sous les yeux de l'Académie, par l'entremise de M. Lippmann, une épreuve radiographique démontrant la pénétration des métaux par les rayons Röntgen.

« D'après les résultats obtenus, il paraît possible, dès maintenant, d'appliquer les rayons X à la recherche des imperfections, soufflures, pailles, etc. dans les métaux les plus divers.

» Les objets métalliques expérimentés comprennent: 1. Une barre d'aluminium, de 35^{mm} de diamètre; 2. Une serrure ordinaire, munie de ses deux plaques de garde; 3. Un socle de fonte pour la construction d'une machine à vapeur horizontale (modèle en réduction); 4. Une clef en fonte métallique; 5. Une pièce de 20 francs; 6. Un éclat de cylindre d'ébonite; 7. Une médaille de l'Exposition de 1844, en bronze; 8. Une pièce de 5 francs; 9. Une montre en argent; 10. Une pièce de 10 centimes; 11. Un jeton d'expert en douane (argent); 12. Une médaille en aluminium, dont le revers a été limé.

» On constate: 1. Dans la barre d'aluminium, les défauts de soufflures écrasées par l'étirage. 2. Les organes intérieurs de la serrure; on apprécie parfaitement la forme prismatique du pène. 3. Les différentes épaisseurs du socle de fonte, soit dans la moulure, soit dans la partie concave, sont très visibles. Une pièce de 10 francs placée sous le socle, lequel est d'une épaisseur moyenne de 7^{mm}, donne une tache noire très

---

([1]) Voir dans *Nature* du 15 juillet 1897, p. 261, l'exemple d'un changement considérable de pouvoir absorbant de certains verres d'urane pendant leur état de luminescence.

Voir aussi, dans lord Kelvin, *Conférences et Allocutions* (trad. française, p. 123, 134, 183), comment on peut, d'après Stokes, se représenter l'état de la matière luminescente.

accentuée. On distingue deux taches, qui sont les tenons réservés sous le socle, pour recevoir les tiges de fixage. **4.** Des défauts de fonte dans l'intérieur de la clef sont indiqués. **5.** Sur le cliché, quelques détails de l'effigie sont visibles. **6.** Le morceau d'ébonite a disparu. **7.** La face et le revers de la médaille sont très visibles. **8** et **11.** Les pièces d'argent ne montrent pas grand détail. **9.** Les organes de la montre radiographiée au travers du cadran se montrent très distinctement, le boîtier en argent a été conservé : le verre était relevé. **10.** La face et le revers de la pièce sont très visibles. **12.** La pièce d'aluminium a complètement disparu.

» Il est certain que, pour obtenir les meilleurs résultats, il ne faudrait pas réunir sur la même plaque et soumettre au même régime des métaux aussi différents que ceux qui ont été réunis pour cette expérience. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du carbone.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel [1].

« Les carbonates alcalins, sous l'action de l'étincelle fortement condensée et dans les conditions que j'employais jusqu'ici pour la production des spectres des métalloïdes dans les sels fondus [2], ne donnent, lorsqu'ils sont maintenus en fusion dans la flamme, que les raies des métaux, sans traces de celles de l'air ou du carbone. Mais si la source de chaleur est rapidement écartée, le sel fondu n'étant plus dans la flamme, les raies du carbone apparaissent soudain, faciles à reconnaître, malgré le spectre de l'air se manifestant en même temps. Si l'on augmente la longueur de l'étincelle en éloignant l'une de l'autre les spatules de platine recouvertes du carbonate fondu, on voit s'accroître l'éclat du spectre du carbone. Celui-ci paraît donc exiger, pour se manifester, une distance explosive correspondant à une différence de potentiel notablement plus considérable que lorsqu'il s'agit des métalloïdes qui ont fait, jusqu'à présent, l'objet des précédentes Communications. Désireux cependant de maintenir une étincelle très courte sur le sel fondu, pour éviter autant que possible l'apparition du spectre de l'air, j'ai été amené à établir une coupure dans le circuit venant de la bobine, en y intercalant un excitateur à écartement modifiable pour me permettre de régler la différence de potentiel de décharge du condensateur, formé d'un nombre variable de bouteilles de Leyde. Le

---

[1] Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 5 juillet.

[2] *Comptes rendus*, 8 juillet 1895, 8 juin, 16 juin, 29 juin 1896, 3 février 1897.

sel fondu était maintenu en fusion pâteuse en dehors, et de préférence au-dessus, de la flamme basse et non éclairante d'un brûleur de Bunsen. En opérant ainsi, on voit apparaître d'une manière très nette le spectre de lignes du carbone.

» Celui-ci a été l'objet des recherches de nombreux expérimentateurs, dont les premiers en date le présentaient comme formé d'un grand nombre de raies dues pour la plupart à des impuretés et éliminées peu à peu dans les travaux successifs. Il m'a semblé intéressant d'établir les raies données par les carbonates, plus faciles à purifier que le carbone lui-même, et d'autant plus que le spectre de ce corps n'avait pas encore été obtenu dans les sels fondus. J'ai tenu auparavant à déterminer le spectre donné par le carbone libre dans les mêmes conditions électriques et optiques employées ensuite pour sa recherche dans les sels en fusion; du charbon de cornue, préalablement soumis à l'action des acides bouillants, puis du graphite de Sibérie de la mine Alibert ([1]), ont été étudiés au spectroscope dans l'air, dans l'hydrogène et dans l'acide carbonique soigneusement desséchés, ce dernier gaz ayant été aussi l'objet d'un examen dans un tube excitateur à électrodes de platine.

» Les appareils de production de l'étincelle, bobine et condensateur, ainsi que le spectroscope à vision directe à deux prismes composés, étaient les mêmes que dans les recherches précédemment exposées ici au sujet des minéraux et des sels fondus.

» Le charbon de cornue, même après traitement par les acides, continuait à donner les raies nombreuses signalées par Watts et attribuables à des impuretés, parmi lesquelles le calcium, le baryum et le fer.

» Le graphite de Sibérie, au contraire, n'a présenté que le spectre du carbone, spectre de lignes et bandes de Swan entremêlés. Les groupes de raies suivants formaient, dans le vert et le bleu, le spectre de Swan observé, quelle que fût la condensation (jusqu'à 6 jarres = 70 Dq) avec les différentes formes de carbone, aussi bien dans l'acide carbonique et dans l'hydrogène que dans l'air sec : (563,5; 558,5; 554,0; 550,1; 547,0); (516,4; 512,8; 509,5); (473,5; 471,3; 469,6; 468,4; 467,6); (437,5, commencement d'une bande diffuse irrésoluble finissant vers 432 environ).

» Ces bandes ont paru augmenter d'intensité dans l'hydrogène, surtout avec un courant rapide de ce gaz ([2]). D'autre part, je n'ai jamais trouvé

([1]) Collection de l'École des Mines.

([2]) Avec un courant trop rapide, l'action des flacons laveurs peut devenir insuffi-

trace du spectre de Swan dans les sels fondus, où le spectre de lignes du carbone apparaissait seul, avec celui du métal présent dans le sel.

» L'observation, qui précède, d'un spectre de bandes concurremment avec un spectre de lignes dans des conditions électriques où j'ai toujours obtenu des spectres de dissociation m'a paru devoir être signalée ici.

» Le carbone libre m'a, en outre, toujours présenté, dans les différents gaz, une raie rouge très bien visible, un peu nébuleuse : 609,70 (R^d), dont l'attribution me paraît douteuse, car je ne l'ai jamais retrouvée dans le spectre de dissociation des carbonates. Sa présence est incontestable avec le graphite où aucune raie étrangère au carbone n'est apparue.

» Une raie du second spectre ou *spectre composé* de l'hydrogène, étudié par Hasselberg, puis par Ames, semblerait s'en rapprocher : 609,77 (Å), mais j'ai obtenu 609,70 (R^d) dans l'acide carbonique et dans l'air absolument secs en l'absence de toute trace de la principale raie de l'hydrogène Hα 656,31, tandis qu'en opérant dans ce dernier gaz pur la raie 609,70 n'augmente pas en intensité, malgré l'apparition des principales lignes du second spectre de l'hydrogène, et notamment de 505,50 (R^d) beaucoup plus caractéristique de celui-ci.

» Afin d'être certain de l'origine des raies que j'attribue au carbone, et pour ne laisser subsister aucun doute à leur sujet, j'ai observé, dans l'hydrogène pur, l'étincelle condensée éclatant sur les carbonates alcalins fondus par l'incandescence d'une spirale de platine, rougie au moyen du courant d'une petite dynamo, ou mieux d'une batterie d'accumulateurs. La figure schématique ci-jointe donnera une idée du dispositif. L'expérience est délicate et de peu de durée, car le sel est rapidement volatilisé et pulvérisé par l'étincelle; il se condense en nuages sur les parois, exposées en outre à la rupture par la projection des gouttelettes fondues. On évite, en grande partie, ces derniers inconvénients en augmentant la capacité du ballon jusqu'à 1^{lit} environ.

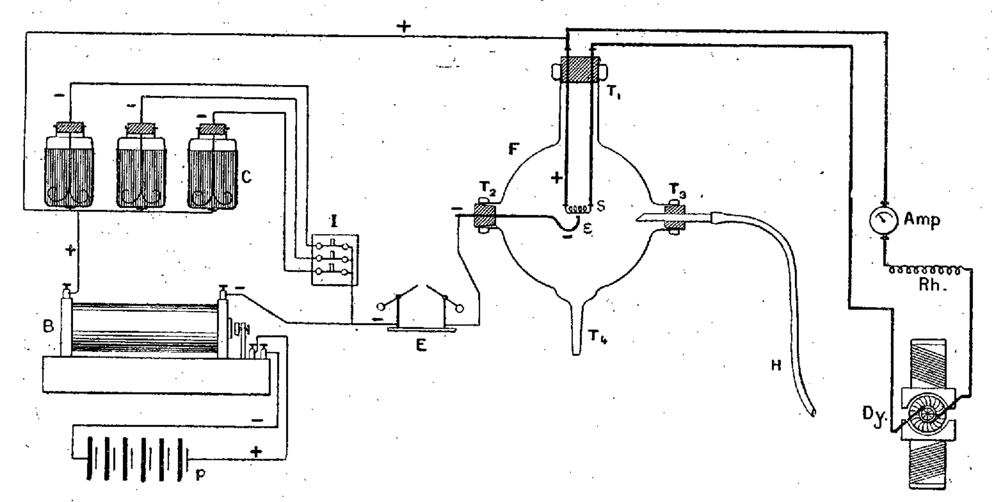
» Néanmoins, toutes les raies mesurées dans l'air ont été retrouvées avec certitude en opérant dans cet appareil sur K^2CO^3 et Li^2CO^3, fondus ainsi en dehors de la présence de tout gaz carboné. On s'était, du reste, assuré, d'autre part, que l'étincelle produite au-dessus d'un brûleur de

---

sante et un certain entraînement d'HCl se produire, décelé par l'apparition de Clγ (522,0; 521,6) que j'ai signalé comme le groupe le plus sensible du chlore (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. X, février 1897).

Bunsen ne donnait pas les lignes du carbone, en l'absence des carbonates.

» Dans une prochaine Communication, je me propose de faire connaître



P, pile à treuil de six éléments actionnant la bobine B. — C, condensateur formé de six jarres dont trois seulement figurées ici. Toutes les armatures extérieures sont constamment reliées à l'un des pôles de la bobine. Les armatures intérieures peuvent être reliées à volonté, à l'autre pôle de la bobine, par les cavaliers mobiles d'un interrupteur à godets de mercure I. — E, excitateur à écartement variable, permettant de régler la différence de potentiel de décharge du condensateur C. — F, flacon à quatre tubulures, d'environ 1^{lit}, plein d'hydrogène sec arrivant en H, T_3 et sortant en T_4. — S, spirale de platine formée de quatre fils de $0^{mm},1$, recouverte du sel fondu, et portée à l'incandescence par le courant d'une petite dynamo Dy, réglé au moyen d'un rhéostat Rh et d'un ampèremètre Amp. — ε, étincelle condensée jaillissant sur le sel fondu dans l'hydrogène et étudiée avec un spectroscope non figuré ici.

les longueurs d'onde des raies du spectre de lignes du carbone dans les sels fondus et de les comparer à celles que d'autres expérimentateurs ont obtenues avec le carbone libre. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrate cuivrique sur les dissolutions de nitrate d'argent : sel basique argento-cuivrique.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« On admet avec H. Rose (*Ann. Pogg.*, t. CI, p. 321) que l'oxyde d'argent, mis en excès au contact d'une solution froide de nitrate cuivrique, précipite totalement le cuivre sous forme d'hydrate cuivrique bleu clair, et, inversement, que l'hydrate cuivrique n'a aucune action sur les solutions d'azotate d'argent.

» Effectivement, dans l'un ou l'autre cas, la liqueur finale ne renferme aucune trace de cuivre. Mais mon attention a été appelée par la coloration

toute spéciale, bleu gris un peu violacé, du prétendu hydrate cuivrique, ainsi précipité au milieu d'un excès d'oxyde d'argent. J'ai constaté que cette matière apparaît au microscope comme constituée par un amas de fines aiguilles, et que, calcinée fortement, elle dégage des vapeurs nitreuses assez abondantes.

» J'ai repris l'étude attentive de cette réaction :

» 1° En faisant agir des poids connus et variés d'oxyde d'argent sur une quantité déterminée de solution du nitrate cuivrique;

» 2° En mettant l'hydrate cuivrique directement au contact d'une solution de nitrate d'argent.

» I. *Action de l'oxyde d'argent sur une solution d'azotate cuivrique.* — 1° Une *faible quantité d'oxyde d'argent* est introduite dans la liqueur cuivrique [celle-ci contenait par litre $\frac{1}{4}(AzO^3)^2Cu$]. Après un contact assez prolongé, le liquide renferme du nitrate d'argent, mais conserve encore du nitrate de cuivre. Tout l'oxyde d'argent a disparu et se trouve remplacé par une poudre bleu verdâtre pâle, amorphe, qui est du nitrate basique de cuivre, $Cu(AzO^3)^2, 3Cu(OH)^2$.

CuO pour 100 : trouvé 66,3, calculé 66,5.

» La réaction a été :

$$4Cu(AzO^3)^2 + 3Ag^2O + 3H^2O = Cu(AzO^3)^2, 3Cu(OH)^2 + 6AgAzO^3.$$

» La liqueur renferme à l'état de nitrate tout l'argent de l'oxyde employé, et une certaine dose de cuivre, si, comme on l'a admis, on a pris un excès de nitrate cuivrique [plus de $\frac{4}{3}$ molécule $Cu(AzO^3)^2$ pour 1 molécule Ag^2O].

» 2° On oppose exactement 1 *molécule* d'oxyde d'argent à 1 molécule de nitrate cuivrique. Dans ce cas, la liqueur se décolore complètement et ne renferme plus que du nitrate d'argent : en même temps, l'oxyde d'argent disparaît peu à peu et se change en une poudre bleu gris violacé, qui, séparée de l'eau-mère et lavée rapidement avec de l'eau froide, présente la composition d'un *nitrate basique mixte de cuivre et d'argent*, $3CuO, 2(AgAzO^3), 3H^2O$.

» L'analyse a donné

	Calculé.	Trouvé.	
CuO	37,7	38,6	37,6
Ag	34,1	33,4	33,9
Az^2O^5	19,6	19,1	»
H^2O	8,6	8,6	»

» La réaction qui le fournit est

$$3Cu(AzO^3)^2 + 3Ag^2O + 3H^2O = 3CuO, 2AgAzO^3, 3H^2O + 4AgAzO^3.$$

» On vérifie bien que, en partant d'une liqueur ayant par litre $\frac{1}{4}$ molécule d'azotate cuivrique, soit $\frac{1}{2}$ équivalent d'acide nitrique, on arrive à une solution de nitrate d'ar-

gent qui ne renferme plus que $\frac{1}{3}$ d'équivalent d'acide, c'est-à-dire les $\frac{2}{3}$ de l'acide primitif.

» 3° Si la dose d'oxyde d'argent opposée à 1 molécule de nitrate cuivrique surpasse 1 molécule, on a production du même composé, qui demeure mélangé avec un excès d'oxyde d'argent non transformé.

» 4° Si la dose d'oxyde est comprise entre $\frac{3}{4}$ de molécule et 1 molécule, la réaction est intermédiaire entre les deux premiers cas.

» II. *Action de l'hydrate cuivrique bleu sur les solutions d'azotate d'argent.* — Ainsi que le faisait espérer la réaction décrite plus haut, le nitrate basique mixte d'argent et de cuivre peut être préparé directement, en mettant à froid, dans un excès de solution pas trop diluée d'azotate d'argent, de l'hydrate cuivrique bleu $Cu(OH)^2$. Les liqueurs demi-normales ($AgAzO^3 = 2^{lit}$) conviennent très bien. On peut se servir indifféremment de l'hydrate cuivrique floconneux très altérable, obtenu en précipitant les sels de cuivre par la potasse et lavant très rapidement à l'eau froide, ou bien de l'hydrate beaucoup plus stable, que Péligot a préparé en précipitant par la potasse la solution ammoniacale d'un sel cuivrique et lavant à l'eau tiède.

» La teinte bleue de l'oxyde se modifie bientôt et, après plusieurs jours, il est entièrement transformé en un amas d'aiguilles microscopiques, faciles à laver, du sel $3CuO, 2AgAzO^3, 3H^2O$.

» L'oxyde anhydre CuO ou l'hydrate brun $Cu^4H^2O^5$ (1), même après plusieurs semaines de séjour dans la solution d'azotate d'argent, ne donnent lieu à aucune formation d'aiguilles du sel mixte.

» Au contraire, en se servant d'hydrates bruns à composition intermédiaire entre $Cu(OH)^2$ et $Cu^4H^2O^5$, tels qu'on les produit par déshydratation spontanée incomplète de l'hydrate précipité au sein même des solutions, on constate une formation *partielle* d'aiguilles : c'est là un caractère chimique positif, qui confirme la réalité de l'*hydrate tétracuivrique*.

» Ainsi, en opérant avec de l'hydrate bleu précipité par la potasse et légèrement bruni par déshydratation pendant les lavages, la production du sel mixte a lieu seulement à partir de l'hydrate bleu ; l'hydrate brun, qui s'y trouve en petite quantité, demeure libre et, plus léger que les cristaux du nitrate mixte, demeure en suspension dans la liqueur, ce qui permet de le séparer par des décantations réitérées et d'obtenir le sel pur (2).

» III. *Propriétés du nitrate basique argento-cuivrique.* — Le sel est une poudre bleu violacé qui, au microscope, se présente sous forme d'aiguilles fréquemment associées en gerbes : ce sont des prismes très allongés, terminés à l'extrémité par une base normale aux arêtes, ou par une face très inclinée.

» Il est inaltérable dans l'air sec. Calciné modérément, il dégage de l'humidité et noircit en donnant un mélange d'oxyde cuivrique et de nitrate d'argent : une température plus haute détruit ce dernier en laissant de l'argent et de l'oxyde de cuivre.

---

(1) Voir à ce sujet ma Communication (même Tome, séance du 12 juillet 1897).

(2) Le nitrate basique de cuivre n'est pas altéré dans les solutions d'azotate d'argent à froid.

» *L'eau chaude* le transforme rapidement en hydrate cuivrique brun et nitrate d'argent qui se dissout. Aussi l'action d'un excès d'oxyde d'argent sur une dissolution bouillante de nitrate cuivrique conduit au déplacement total sans formation de sel basique. *L'eau froide* se comporte d'une manière analogue, mais n'agit que très lentement.

» Il en est de même des solutions très diluées *d'azotate d'argent*. En abandonnant un excès d'hydrate cuivrique dans une solution concentrée d'azotate d'argent, la formation du sel basique mixte bleu violacé se produit d'abord assez vite, puis se ralentit à mesure que la liqueur s'appauvrit en argent : vers 25°, la limite de formation était à peu près atteinte, quand la liqueur ne contenait plus que 7^{gr} d'argent pur libre.

» Le nitrate basique mixte, mis au contact d'une solution de *nitrate cuivrique*, se transforme en nitrate basique de cuivre avec solubilisation du nitrate d'argent.

» Ainsi que le montre sa formule, ce sel peut être regardé comme du nitrate tétracuivrique $3Cu(OH)^2.Cu(AzO^3)^2$, où l'atome de Cu divalent est remplacé par 2 Ag : mais la dissemblance absolue entre l'aspect cristallographique des deux sels ne permet pas d'admettre un isomorphisme quelconque.

» Cette formation de sel basique mixte argento-cuivrique n'est pas limitée aux nitrates : j'ai trouvé qu'une production analogue a lieu à partir des sulfates, des chlorates, des hyposulfates, ainsi que je me propose de l'exposer dans une prochaine Communication. »

THERMOCHIMIE. — *Hydrobenzamide, amarine et lophine.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« On sait que les aldéhydes aromatiques s'unissent à l'ammoniaque avec élimination de tout leur oxygène aldéhydique pour donner des *hydramides*; ces derniers peuvent s'isomériser et donner des *glyoxalidines*, bases qui peuvent perdre H^2 et se transformer en *glyoxalines*. Dans le cas particulier de l'aldéhyde benzylique, ces corps sont respectivement : l'hydrobenzamide, l'amarine et la lophine. Voici les formules développées qu'on leur donne couramment :

Hydrobenzamide.	Amarine ou Triphénylglyoxalidine.	Lophine ou Triphénylglyoxaline.
$\begin{matrix} C^6H^5.CH = Az \\ C^6H^5.CH = Az \end{matrix} \Big> CH.C^6H^5$,	$\begin{matrix} C^6H^5.CH - Az \\ \vert \\ C^6H^5.CH - AzH \end{matrix} \Big> C.C^6H^5$,	$\begin{matrix} C^6H^5.C - Az \\ \Vert \\ C^6H^5.C - AzH \end{matrix} \Big> C.C^6H^5$.

» Je me suis proposé de mesurer les changements d'énergie qui s'effectuent dans ces diverses transformations; aux expériences purement thermochimiques j'ai ajouté quelques observations nouvelles, survenues au cours de ce Travail.

» *Hydrobenzamide* : $C^{21}H^{18}Az^2$. — Ce corps, obtenu facilement en maintenant en contact l'aldéhyde benzylique avec l'ammoniaque aqueuse, a été purifié par cristallisations dans l'alcool; après analyse élémentaire très concordante, il a été soumis à la combustion et a donné par gramme :

$$8931^{cal},8,\quad 8968^{cal},4,\quad 8949^{cal},3 \quad \text{et} \quad 8937^{cal},0, \quad \text{en moyenne } 8946^{cal},6.$$

Soit, par molécule de 298^{gr} :

Chaleur de combustion à volume constant....	$2666^{cal},1$
» à pression constante...	$2668^{cal},1$

d'où

$$C^{21} + H^{18} + Az^2 = C^{21}H^{18}Az^2 \text{ hydrobenzamide solide...} \quad -66^{Cal},8$$

» *Amarine* : $C^{21}H^{18}Az^2$. — Obtenue par isomérisation, en maintenant l'hydrobenzamide à 130° pendant deux heures. Après les purifications voulues, elle a été recristallisée dans l'alcool moyennement concentré; j'ai eu l'amarine fusible à 100°, chiffre communément indiqué; mais cette dernière ne répond pas à la composition $C^{21}H^{18}Az^2$.

» L'analyse donne, en effet, les résultats suivants, en centièmes :

C.	82,06	81,94
H.	6,23	6,69
H^2O perdue à 105°.	2,96, 2,89	2,99

tandis que le calcul, pour la formule $C^{21}H^{18}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$, exige : C, 82,08; H, 6,18; H^2O, 2,93 pour 100.

» Pendant la perte d'eau à 105°, le produit se liquéfie d'abord, puis redevient ensuite complètement cristallisé; il ne fond plus qu'à 130°-131° et présente exactement la composition de l'amarine anhydre. Recristallisé dans l'éther anhydre, il fond à 129°.

» C'est donc à tort que Claus (¹) a indiqué une amarine *allotropique* fondant à 126°, obtenue en maintenant l'amarine fusible à 100°, pendant longtemps sous l'eau bouillante. Cet auteur indique que cette variété d'amarine fond de nouveau à 100°, lorsqu'on la fait cristalliser dans l'éther; il est probable que l'éther employé n'était pas sec et que l'amarine, primitivement déshydratée par une température prolongée de 100°, a pu reprendre, à cet éther, l'eau nécessaire à son hydratation.

» D'autres auteurs indiquent 113° pour point de fusion de l'amarine. D'après mes expériences, il n'y a qu'une amarine : anhydre, elle fond à 130°-131°; hydratée, elle fond à 100°; les divergences des points de fusion de divers auteurs proviennent vraisemblablement de l'état d'hydratation variable du produit.

» Voici d'ailleurs les résultats des combustions des deux substances; rapportés au gramme, ils en montrent la profonde différence :

I. Amarine f. 130°-131°.	$8884^{cal},4$	$8898^{cal},9$	$8906^{cal},6$	Moyenne. $8896^{cal},6$
II. Amarine f. 100°......	$8624^{cal},2$	$8648^{cal},9$	$8636^{cal},9$	Moyenne. $8636^{cal},6$

» Cette différence atteint $\frac{1}{30}$, c'est-à-dire plus de dix fois la sensibilité des méthodes calorimétriques.

(¹) *D. chem. G.*, t. XVIII, p. 1678.

» On déduit de ces chiffres, par molécule d'amarine :

	A volume constant.	A pression constante.
I. Anhydre, chaleur de combustion......	$2651^{cal},2$	$2653^{cal},2$
II. Hydratée, »	$2651^{cal},4$	$2653^{cal},4$

et pour chaleurs de formation :

I. De l'amarine anhydre............	$-51^{Cal},9$
II. » hydratée...........	$-52^{Cal},1$

» Comme il fallait s'y attendre, la méthode des combustions ne peut pas ici permettre de décider de la chaleur de formation de l'hydrate à partir du corps anhydre, car une erreur de $\frac{1}{1000}$ sur la chaleur de combustion entraîne avec elle des résultats inexacts; aussi ai-je préféré déterminer directement cette valeur en dissolvant successivement l'amarine et son hydrate dans l'acide acétique dilué (2 mol. = 1^{lit}). J'ai pris 1 mol. de base et 30 d'acide; les dissolutions sont instantanées, ainsi que les dégagements de chaleur; j'ai trouvé :

Chaleur de dissolution et de neutralisation de l'amarine anhydre....	$6^{Cal},1$
» » » hydratée...	$4^{Cal},8$

d'où

[α] $C^{21}H^{18}Az^2$ sol. + $\frac{1}{2}H^2O$ liq. = $C^{21}H^{18}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol.......... $+1^{Cal},8$

et

[β] $C^{21}H^{18}Az^2$ sol. + $\frac{1}{2}H^2O$ sol. = $C^{21}H^{18}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol.......... $+1^{Cal},1$

» En combinant la donnée [α] avec les chiffres des expériences II on a, pour chaleur de formation de l'amarine anhydre, d'après celle de son hydrate, $-53^{Cal},9$; ce qui revient à dire que les chaleurs de combustion concordent autant qu'on le peut désirer.

» On peut donc adopter avec une certitude voisine de 1^{Cal} la valeur moyenne des deux séries d'expériences et écrire que

$C^{21} + H^{18} + Az^2 = C^{21}H^{18}Az^2$ amarine solide............. $-52^{Cal},9$

et

$C^{21} + H^{18} + Az^2 + \frac{1}{2}H^2O$ liq. = $C^{21}H^{18}Az^2, \frac{1}{2}H^2O$ solide... $-51^{Cal},1$

» *Lophine* : $C^{21}H^{16}Az^2$. — Celle que j'ai utilisée provenait de l'action de l'ammoniaque sur une solution alcoolique de benzile et d'aldéhyde benzylique (Radziszewski).

» Sa combustion a donné par gramme :

$8729^{cal},1$, $8748^{cal},3$ et $8730^{cal},7$; moyenne.... 8736^{cal}

» Soit, pour une molécule de 296^{gr} :

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion...........	$2585^{cal},85$	$2587^{cal},6$

et pour chaleur de formation

$C^{21} + H^{16} + Az^2 = C^{21}H^{16}Az^2$ sol....................... $-55^{Cal},3$

» *Conclusions*. — Si l'on considère la chaleur de formation de l'hydrobenzamide d'après son mode de préparation, on trouve :

$3C^6H^5.CHO$ liq. + $2AzH^3$ diss. = $(C^6H^5.CH)^3 = Az^2$ sol. + $3H^2O$ liq.. $+2 \times 11^{Cal}$

c'est-à-dire beaucoup moins que dans l'union des acides forts avec l'ammoniaque; aussi ceux-ci la décomposent-ils en ses générateurs. Cette valeur est aussi beaucoup plus faible que dans l'union de l'ammoniaque avec l'aldéhyde formique, et, en effet, j'ai constaté que l'hydrobenzamide, en contact à froid avec CH^2O dissous, se décompose *totalement* en aldéhyde benzylique et hexaméthylène-amine. Vu l'insolubilité de l'hydrobenzamide, il faut plusieurs semaines et une agitation fréquente; à chaud, la transformation est immédiate.

» On a encore :

Hydrobenzamide = amarine.......................... $+13^{Cal},9$

» Aussi l'amarine est-elle d'une nature essentiellement différente; outre la basicité qu'elle a acquise et dont il sera parlé ultérieurement, elle est indécomposable par les acides et l'aldéhyde formique. En dehors de toute idée sur sa constitution, on a :

$3C^6H^5.CHO$ liq. $+ 2AzH^3$ diss. $= C^{21}H^{18}Az^2$ amarine sol. $+ 3H^2O$ liq. $+2\times 17^{Cal},95$

chiffre supérieur à la saturation par l'ammoniaque de tous les acides connus. L'aldéhyde formique s'y combine en donnant une combinaison $C^{21}H^{18}Az^2, CH^2O$, fusible vers 145°; perdant, à 180°, 8,57 pour 100 d'aldéhyde formique, au lieu de 9,14 qu'elle contient. L'ammoniaque détruit cette combinaison quantitativement, en donnant de l'amarine et de l'hexaméthylène-amine.

» Les transformations de l'hydrobenzamide et de l'amarine en lophine, par perte de H^2, dégageraient respectivement $11^{Cal},5$ et $-2^{Cal},4$; mais cette réaction, lorsqu'on l'effectue à haute température, se passe autrement : j'ai reconnu qu'il se faisait $\frac{1}{6}$ environ d'hydrocarbures, principalement du toluène. On peut la représenter, pour la plus grande partie, par l'équation

$$7C^{21}H^{18}Az^2 \text{ sol.} = 6C^{21}H^{16}Az^2 \text{ sol.} + 2AzH^3 \text{ gaz} + 3C^7H^8 \text{ liq.},$$

laquelle dégage $7\times 23^{Cal},8$ avec l'hydrobenzamide et $7\times 9^{Cal},95$ avec l'amarine. C'est l'hydrogénation totale d'une molécule génératrice qui permet l'oxydation des six autres.

» L'amarine oxydée directement donne

$C^{21}H^{18}Az^2$ sol. $+ O = C^{21}H^{16}Az^2$ sol. $+ H^2O$ liq .... $+66^{Cal},6$

C'est aussi un des procédés de préparation de la lophine.

» Bref, on peut reconnaître ici l'universalité constante des lois thermiques régissant les transformations chimiques de ces molécules compliquées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles synthèses à l'aide de l'éther cyanosuccinique.* Note de M. L. BARTHE, présentée par M. Friedel.

« I. *Action du bromure de triméthylène.* — A une solution de $3^{gr},45$ de sodium dans 150^{cc} d'alcool absolu on ajoute 30^{gr} de cyanosuccinate d'éthyle, de façon à produire du cyanosuccinate d'éthyle sodé qui a été additionné de $13^{gr},25$ de bromure de triméthylène : le mélange a lieu sans échauffement. On a chauffé au bain-marie et au réfrigérant ascendant pendant cinq heures; au bout de ce temps il s'est fait un abondant précipité de bromure de sodium. L'alcool a été distillé, et le résidu a été traité par de l'eau distillée froide qui a précipité une huile brunâtre qu'on a reprise avec de l'éther. La solution éthérée a été desséchée sur du chlorure de calcium fondu, puis distillée. Le résidu, huileux, distillé au bain d'huile, sous une pression de $0^{m},075$ a fourni à 215° un liquide huileux, qui, soumis à l'analyse, a fourni des résultats conduisant à la formule du *méthylnitrile* 3,7, *diméthyloate d'éthyle* 3,7, *nonane-dioate d'éthyle*, formé en vertu de la réaction suivante :

$$2\left(\begin{matrix} \diagup CAz \\ CNa - CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH^2CO \end{matrix}\right) + CH^2.Br.CH^2.CH^2Br = 2BrNa + \begin{matrix} CO^2C^2H^5 \\ | \\ Az.C.C.CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ Az.C.C.CH^2.CO^2C^2H^5 \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}$$

» En préparant pour une étude ultérieure une certaine quantité de ce composé liquide, la rupture, à mon insu, d'un ballon qui le renfermait non rectifié a eu pour heureux résultat d'amener la prise en masse du produit; ce dernier, après dessiccation sur des plaques de porcelaine dégourdie, fut purifié par des cristallisations dans l'alcool absolu. Il a fourni des cristaux blancs, soyeux, légers, fondant à 69°. Leur analyse répond à la composition du liquide analysé plus haut. Leur poids moléculaire a aussi été déterminé par la méthode cryoscopique, en employant l'acide acétique comme dissolvant (constante 39).

		Calculé pour $C^{21}H^{30}Az^2O^8$.
Poids de l'acide acétique	$45^{gr},92$	»
Substance	6^{gr}	»
Solidification de l'acide anhydre	16°,46	»
Solidification de l'acide après dissolution de la substance	15°,29	»
Abaissement observé	1°,17	»
Poids moléculaire trouvé	435	438

» Je poursuis l'étude de ce composé, que j'obtiens maintenant cristallisé sans passer par la distillation : il suffit d'amorcer avec un cristal le

résidu huileux abandonné par la solution éthérée préalablement desséchée sur du chlorure de calcium. Les cristaux sont étalés sur des plaques de porcelaine dégourdie et purifiés par de nouvelles cristallisations dans l'alcool ou dans l'éther.

» II. *Action de l'éther α-bromoisobutyrique.* — 25gr d'éther cyanosuccinique ont été traités par 2gr,90 de sodium dissous dans l'alcool absolu, et à 27gr,25 d'éther cyanosuccinique sodé, ainsi obtenu, on a ajouté 24gr d'éther α-bromoisobutyrique (point d'ébullition 163°,6). Le mélange se fait avec un léger échauffement. On chauffe au réfrigérant ascendant pendant trois heures environ. En continuant les opérations comme précédemment, on obtient un liquide huileux, qui passe presque entièrement à la distillation, à la température de 233°-235°, sous une pression de 0m,025.

» Soumis à l'analyse, ce composé a fourni des résultats conduisant à la formule du *diméthylcyanotricarballylate d'éthyle,* formé comme l'indique la réaction suivante

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right>CBr.CO^2C^2H^5 + Na\begin{matrix}\diagup CAz\\ C - CO^2C^2H^5\\ | \\ CH^2.CO^2C^2H^5\end{matrix} = NaBr + \begin{matrix}\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right>C.CO^2C^2H^5\\ | \\ AzC.C.CO^2C^2H^5.\\ | \\ CH^2.CO^2C^2H^5\end{matrix}$$

» Ce composé nouveau se prépare très bien; le rendement est presque théorique. Soumis à une température de — 30°, il n'a pas cristallisé. L'étude ultérieure de ses dérivés paraît devoir être très intéressante.

» Je rappellerai que, en faisant agir l'éther monobromopropionique-α sur le cyanacétate d'éthyle sodé, j'ai obtenu [1] le *diméthylcyanotricarballylate d'éthyle symétrique*

$$\begin{matrix}CH^3.CH.CO^2C^2H^5\\ | \\ C\begin{matrix}\diagup CAz\\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{matrix}\\ | \\ CH^3.CH.CO^2C^2H^5\end{matrix},$$

isomère du composé précédent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons de la phénylhydrazine et d'azotates métalliques.* Note M. **J. Moitessier**, présentée par M. Friedel.

« Les azotates des métaux de la série magnésienne s'unissent directement à la phénylhydrazine, comme les sels halogénés correspondants [2], en donnant des combinaisons cristallisées. Ces combinaisons présentent

---

(1) *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris,* p. 36; 1891.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 1242, 1306, 1529.

les réactions de la phénylhydrazine et celles du métal qu'elles renferment; elles déflagrent par la chaleur, comme les azotates en présence de charbon ou d'une substance organique, en laissant une résidu plus ou moins abondant d'oxyde métallique.

» *Azotate de cobalt phénylhydrazinique :* $(AzO^3)^2Co.2(C^6H^5, Az^2H^3).H^2O$. — Dans une solution aqueuse à 10 pour 100 d'azotate de cobalt cristallisé, préalablement étendue de deux fois son volume d'alcool à 95°, on verse rapidement, et en agitant, de la phénylhydrazine (deux ou trois molécules pour une molécule d'azotate de cobalt). Il se forme, au bout de très peu de temps, un abondant précipité cristallin, formé de fines aiguilles microscopiques, groupées en étoiles. Le composé ainsi obtenu est lavé à l'alcool à 40°, essoré, desséché dans le vide, puis à l'étuve. Il répond alors à la formule $(AzO^3)^2Co.2(C^6H^5, Az^2H^3)$. Le dosage volumétrique de la phénylhydrazine par l'iode a donné 53,8 pour 100, au lieu de 54,1, quantité calculée.

» L'azotate de cobalt phénylhydrazinique est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool à froid, plus soluble dans l'eau chaude, insoluble dans l'éther et dans le chloroforme. Par l'action de la chaleur, il bleuit vers 210°, puis brunit peu à peu, sans fondre, jusqu'à 260°.

» *Azotate de zinc phénylhydrazinique :* $(AzO^3)^2Zn.3(C^6H^5, Az^2H^3)$. — Pour obtenir ce composé, on verse peu à peu de la phénylhydrazine (de 2 à 3 molécules) en solution alcoolique à 10 pour 100 dans une solution alcoolique d'azotate de zinc (1 molécule) de même concentration. Il se forme un précipité blanc d'azotate de zinc phénylhydrazinique mélangé d'oxyde de zinc. Pour isoler la combinaison phénylhydrazinique, on chauffe le mélange au bain-marie jusqu'à l'ébullition de l'alcool et l'on filtre à chaud. Le liquide filtré se prend en masse par le refroidissement, en donnant un feutrage d'aiguilles et de longues lamelles nacrées. Le composé obtenu, lavé à l'alcool, essoré et desséché dans le vide, présente un aspect analogue à celui de l'acide borique. Sa composition répond à la formule donnée plus haut.

» Ce composé est soluble dans l'eau et dans l'alcool, beaucoup plus à chaud qu'à froid; il est insoluble dans l'éther et dans le chloroforme. Il fond en se décomposant vers 170°.

» *Azotate de cadmium phénylhydrazinique :* $(AzO^3)^2Cd. 3(C^6H^5, Az^2H^3)$. — Ce composé s'obtient en versant peu à peu, et en agitant, une solution alcoolique de phénylhydrazine à 10 pour 100 dans une solution alcoolique d'azotate de cadmium à 5 pour 100 (4 ou 5 molécules de phénylhydrazine pour 1 molécule d'azotate de cadmium). Il se fait un précipité volumineux, blanc, d'aspect nacré, formé par un feutrage de lamelles rhomboïdales. Le précipité, lavé à l'alcool, essoré et desséché dans le vide, répond par sa composition à la formule ci-dessus.

» Ce composé est soluble dans l'eau et dans l'alcool, surtout à chaud; il est insoluble dans l'éther et dans le chloroforme. Il fond vers 185° et se décompose en se boursouflant vers 190°.

» *Azotate de nickel phénylhydrazinique :* $(AzO^3)^2Ni.4(C^6H^5, Az^2H^3)$. — On prépare ce composé en versant rapidement, et en agitant, la quantité théorique de phénylhydrazine dans une solution alcoolique d'azotate de nickel à 20 pour 100. Il se

forme au bout de peu de temps un volumineux précipité cristallin bleu clair, qui envahit peu à peu toute la masse du liquide. Le composé ainsi obtenu est cristallisé en lamelles rhomboïdales microscopiques très minces. Le dosage du nickel et celui de l'azote ont donné respectivement 9,55 (moyenne de deux dosages) et 22,92 pour 100 au lieu de 9,53 et 22,78, quantités calculées pour la formule ci-dessus.

» L'azotate de nickel phénylhydrazinique est soluble dans l'eau et dans l'alcool, beaucoup plus à chaud qu'à froid, en donnant des solutions vertes; il est légèrement soluble dans le chloroforme, insoluble dans l'éther. Chauffé à 100°, il s'altère peu à peu en perdant progressivement de son poids; il déflagre à 141°.

» J'ai obtenu des combinaisons cristallisées en faisant agir l'hydrazine sur des chlorures, des bromures, des iodures et des azotates de la série magnésienne. Je me propose de présenter prochainement à l'Académie une Note sur ces composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aloïnes.* Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Henri Moissan.

« En 1851, Th. et H. Smith [1], pharmaciens à Édimbourg, retirèrent de l'aloès des Barbades un principe cristallisé auquel ils donnèrent le nom d'*aloïne*. Plus tard, en 1856, Groves [2], examinant l'aloès succotrin, en obtint un corps également cristallisé et qu'il considéra comme étant différent de l'aloïne de Th. et H. Smith. A cette nouvelle aloïne il donna le nom de *socaloïne* pour la distinguer de la première qui reçut le nom de *barbaloïne*. Des divers aloès du commerce on obtint des corps analogues aux deux précédents et auxquels on donna des noms qui rappellent leur origine. Tels sont la *curaçaloïne* retirée de l'aloès de Curaçao, la *zanaloïne* obtenue par Histed au moyen de l'aloès de Zanzibar, la *nataloïne* extraite par Flückiger [3] de l'aloès de Natal. Ces deux dernières aloïnes, ainsi que la barbaloïne, ont été surtout étudiées par Tilden [4].

» Tous ces corps peuvent se diviser en deux groupes : le premier comprend la barbaloïne, la socaloïne, la zanaloïne, la curaçaloïne; le deuxième

(1) *Chem. Gaz.*, 1851, p. 107; d'après *Monthly Journ. of med. Science*, février 1851.

(2) *Pharm. Journ. and Trans.*, t. XVI, p. 128.

(3) *Year book of Pharm.*, 1871, p. 577.

(4) *Year book of Pharm.*, 1870, p. 418; 1872, p. 629; 1875, p. 540; 1876, p. 557; 1877, p. 567. *Chemical News*, 1872, p. 229. *Journ. of chem. Soc.*, 1872, p. 205; 1877, p. 264.

groupe ne renferme qu'un seul représentant, la nataloïne. Cette dernière diffère complètement des autres aloïnes par sa presque insolubilité dans l'eau, même à chaud, et sa solubilité très faible dans l'alcool. Par contre, on a signalé entre les aloïnes du premier groupe de grandes ressemblances. Certains auteurs n'ont même pas hésité à supprimer quelques-unes des dénominations sus-indiquées: des corps, considérés d'abord comme différents, ayant à la suite d'études plus approfondies, été reconnus comme semblables. C'est ainsi que, selon M. Groenwold ([1]), la curaçaloïne serait identique à la barbaloïne. D'après Tilden, la barbaloïne, la socaloïne et la zanaloïne ont même composition centésimale; il en est de même de leurs dérivés bromés et acétylés. Il n'y a pas de différences importantes dans les propriétés de ces divers corps. La zanaloïne serait plus pâle et un peu plus soluble que la barbaloïne. Elle contiendrait aussi un peu plus d'eau de cristallisation. Tilden considéra, en 1872, la barbaloïne comme identique à la socaloïne et, en 1875, il annonça que la zanaloïne et la socaloïne ne font probablement qu'un même corps; ce qui, dit-il, ne paraît pas surprenant, l'aloès de Zanzibar étant une variété de succotrin.

» L'identité de ces quatre corps, barbaloïne, curaçaloïne, zanaloïne, socaloïne, ne paraît pas douteuse. Nous reviendrons plus loin sur cette question et nous indiquerons la cause probable des légères différences qui ont été signalées. Nous nous occuperons spécialement ici de l'aloïne que nous avons retirée de l'aloès des Barbades.

» *Barbaloïne.* — Des travaux publiés jusqu'à ce jour il résulte que ce corps est un dérivé de l'anthracène ou plutôt du méthylanthracène; mais, si ce fait semble acquis, on ne sait pas par quels liens la barbaloïne se rattache au carbure précédent. Bien plus, la formule de la barbaloïne n'est pas connue exactement : on n'a pas proposé moins de neuf formules pour ce corps. Ces divergences tiennent probablement à ce que la barbaloïne est un corps altérable, surtout en présence des alcalis et même de l'eau pure. Or, dans la plupart des procédés d'extraction suivis habituellement, c'est l'eau qui est employée comme dissolvant. Nous avons donc essayé de préparer la barbaloïne sans faire intervenir l'eau. Voici notre procédé :

» 2^{kg} d'aloès des Barbades pulvérisé sont mis en contact avec 4^{lit} d'acétone et quelques grammes d'acide acétique cristallisable. Après quelques jours, on essore le produit resté insoluble et on le sèche à l'air. Il est constitué par de l'aloïne impure que l'on purifie par cristallisations dans l'alcool méthylique. Le liquide acétonique renferme les résines et une autre partie de l'aloïne. On l'étend de son volume d'éther. Une partie des résines se précipite. On distille d'abord l'éther, puis une partie de l'acétone. La solution sirupeuse brune obtenue est, après refroidissement, amorcée avec

---

([1]) *Archiv. der Pharm.*, 1890, p. 115.

quelques cristaux. Après trois à quatre jours, le tout s'est pris en une masse d'aiguilles aplaties qui sont recueillies et essorées. Les cristaux provenant de ces deux sources sont réunis et purifiés par trois cristallisations dans l'alcool méthylique.

» Cette matière, séchée dans le vide sulfurique, a donné à l'analyse les nombres suivants :

C..................	59,79	59,77	59,97
H..................	5,14	5,29	5,28
Eau de cristallisation..	5,60	5,61	5,67

» Ces résultats s'accordent au mieux avec la formule $C^{16}H^{16}O^7$ proposée par Groenwold, laquelle exige $C = 60$; $H = 5$.

» La quantité d'eau de cristallisation correspond *toujours* à une molécule H^2O.

» La substance non desséchée a donné $C = 56,80$; $H = 5,49$, ce qui correspond à $C^{16}H^{16}O^7 + H^2O$ qui exige $C = 56,80$; $H = 5,32$.

» Dans l'eau, la barbaloïne cristallise en aiguilles jaunes cotonneuses qui renferment $3H^2O$.

» La barbaloïne traitée, en solution dans la pyridine, par le chlorure de benzoyle, selon A. Deninger (¹), fixe deux groupes benzoyles pour donner $C^{16}H^{14}(C^7H^5O)^2O^7$. Ce corps exige $C = 68,18$; $H = 4,56$. On a trouvé $C = 67,64$; $68,20$; $H = 5,13$; $5,22$; $4,85$.

» La benzoylbarbaloïne est amorphe, très soluble dans l'alcool et l'éther, dépourvue de saveur.

» En opérant de même, mais en remplaçant le chlorure de benzoyle par celui d'acétyle, on obtient la diacétylbarbaloïne, corps amorphe presque insipide.

» L'analyse élémentaire ne permet pas de savoir combien de groupes acétyles se fixent sur la molécule de barbaloïne. Il y a entre ces divers dérivés des différences si faibles dans la teneur en carbone que celles-ci sont de l'ordre des erreurs d'expérience. Ces observations s'appliquent à la triacétyl- et à l'hexacétylaloïne de M. Groenwold. C'est par analogie avec le dérivé benzoylé que nous admettons l'existence de deux acétyles dans notre composé. L'étude cryoscopique conduit au même résultat. On trouve, en opérant au sein de l'acide acétique, $M = 401$; la théorie pour deux acétyles exige $M = 404$.

» Quand on fait cristalliser dans l'alcool méthylique la barbaloïne purifiée grossièrement par une cristallisation dans ce solvant, on observe, si les liqueurs ne sont pas trop concentrées, que ce corps se dépose en longues aiguilles transparentes au milieu d'un liquide rouge qu'elles envahissent totalement. En concentrant les eaux-mères, il arrive un moment où les cristaux qui se déposent changent d'aspect : ce sont des lamelles courtes, jaunes et opaques, groupées en mamelons. Recueillis et purifiés, ces cristaux renferment *toujours*, quand ils se déposent, de l'alcool méthylique, 14 à 15 pour 100 d'eau. Ils sont constitués par une nouvelle aloïne qui paraît être isomérique avec la barbaloïne (²).

(¹) *Berichte*, t. XXVIII, p. 1322.

(²) Trouvé : $C = 60,20$; $H = 5,61$. Eau de cristallisation, trouvé : $14,20$; $14,70$.

» L'existence dans le même aloès de deux aloïnes isomères, l'une cristallisant dans l'alcool méthylique avec H^2O, l'autre avec $3H^2O$, explique pourquoi certains auteurs ont pu dire que la barbaloïne renfermait de 7 à 14 pour 100 d'eau de cristallisation. La socaloïne et la zanaloïne pourraient bien, d'autre part, n'être que des mélanges en proportions variables de ces deux aloïnes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le rôle de l'auto-intoxication dans le mécanisme de la mort des animaux décapsulés.* Note de M. **D. Gourfein** (de Genève), présentée par M. Marey.

« En 1894 et 1895, j'ai fait une série de recherches sur les fonctions des glandes surrénales chez les Batraciens et les Oiseaux. Ces expériences, publiées en 1896 dans une brochure intitulée : *Recherches physiologiques sur la fonction des glandes surrénales* (*Revue médicale de la Suisse romande*, mars 1896), m'ont conduit à conclure que les animaux décapsulés meurent tous sans exception dans un délai qui varie pour les Batraciens de vingt-quatre heures à six jours et pour les Oiseaux de quatre à vingt-quatre heures, en présentant une symptomatologie très caractéristique et constante.

» N'ayant jamais trouvé, à l'autopsie des animaux décapsulés, une lésion anatomique quelconque qui puisse expliquer leur mort, il ne me restait qu'une seule probabilité. J'ai dû admettre que l'organisme des animaux produit toujours, comme résultat des échanges nutritifs, une ou plusieurs substances toxiques qui se neutralisent dans les capsules surrénales; quand les animaux sont privés de ces organes, ces substances s'accumulent dans l'organisme et produisent l'intoxication.

» Si cette conception est juste, on devrait pouvoir la prouver expérimentalement et, en premier lieu, démontrer qu'on peut extraire des capsules surrénales une substance toxique, laquelle, étant injectée aux animaux, provoque chez eux les mêmes symptômes qu'on observe chez les animaux décapsulés; définir, au moins approximativement, ses propriétés chimiques et toxicologiques. En second lieu, démontrer que la même substance se retrouve dans l'organisme des animaux décapsulés.

» La première de ces thèses, je l'ai prouvée dans un Travail intitulé : *Recherches physiologiques et chimiques sur une substance toxique extraite des capsules surrénales* (*Comptes rendus*, août 1895). La seconde thèse, qui con-

siste à prouver qu'on peut extraire du sang, et des différents organes des animaux privés de leurs capsules surrénales, une substance toxique qui possède les mêmes propriétés chimiques et toxicologiques que celle qui est extraite des capsules surrénales, fera l'objet de cette Note dans laquelle je résumerai les résultats d'expériences que j'ai faites à Genève, dans le laboratoire de M. le professeur J.-L. Prévost.

» Si l'auto-intoxication des animaux privés des capsules surrénales est due à la même substance qui est emmagasinée dans ces organes pour y être neutralisée, on devrait pouvoir l'extraire des organes, des tissus et du sang provenant des animaux décapsulés, par la même méthode qui nous a servi pour faire les extraits des capsules surrénales (*Comptes rendus*, août 1895).

» L'extrait des organes, des tissus et du sang des animaux décapsulés, préparé séparément, d'après notre méthode, et injecté sous la peau des animaux (grenouilles, rats blancs, lapins, cobayes et chats), provoque les mêmes symptômes que nous avons observés en injectant l'extrait des capsules surrénales.

» 1° Quand on injecte, dans le sac lymphatique ou sous la peau d'une grenouille, un quart de seringue de Pravaz d'extrait d'un organe ou d'un tissu d'un chat décapsulé, elle tombe, au bout de quelques minutes, inerte, les pattes étendues. Elle reste immobile sans cependant être paralysée, car si on l'excite mécaniquement elle réagit, la respiration devient accélérée, l'affaiblissement marche progressivement et l'animal finit par succomber dans une forte prostration.

» Les battements du cœur continuent encore quelques minutes après la suspension de la respiration.

» L'excitabilité électrique de la moelle épinière et des nerfs moteurs existe encore après la mort.

» 2° Chez les mammifères qui ont reçu l'injection hypodermique, c'est la gêne respiratoire qui domine; cette gêne va en augmentant progressivement jusqu'à la mort. Les animaux restent également immobiles, car chaque mouvement provoque chez eux une dyspnée intense qui les jette dans une forte prostration. La sensibilité générale et le sensorium sont complètement conservés.

» L'excitabilité électrique des nerfs moteurs existe au moment même de la mort et persiste quelques minutes après.

» 3° Si l'on pratique la respiration artificielle, les animaux meurent alors plus tardivement par le cœur.

» 4° Le nerf vague est atteint, il perd son influence arrestatrice sur le cœur.

» 5° Chez les animaux qui peuvent vomir, l'injection hypodermique de ces extraits provoque des vomissements alimentaires d'abord, puis muqueux. Ces vomissements sont ordinairement précédés d'un état d'anxiété, de nausées et d'une forte salivation.

Chaque accès de vomissement amène chez l'animal une profonde prostration qui l'épuise considérablement.

» 6° *Les expériences faites avec les mêmes extraits d'organes et de tissus d'animaux non décapsulés ne nous ont jamais donné la symptomatologie caractéristique des extraits d'animaux décapsulés.*

» 7° *La survie des animaux dépend* :

» A. De la toxicité de l'extrait injecté ; cette toxicité, à son tour, varie dans des proportions notables, suivant l'organe et le tissu duquel l'extrait est fait, et suivant l'époque à laquelle l'organe ou le tissu ont été pris chez l'animal après l'extirpation des capsules surrénales.

» B. La survie varie également suivant l'espèce. Les animaux à sang froid supportent mieux l'injection de notre extrait que les animaux à sang chaud, et cela tient probablement au fait que la respiration cutanée, chez les premiers, peut suffire à entretenir la vie.

» 8° *La plus grande toxicité appartient à l'extrait du foie.*

» 9° *Les extraits des capsules surrénales, des organes, des tissus et du sang des animaux décapsulés, étant mélangés avec du foie de bœuf trituré, perdent une partie de leur toxicité, ce qui prouverait que ces extraits appartiennent au groupe des alcaloïdes.*

» On peut donc extraire des organes, des tissus et du sang des animaux décapsulés une substance toxique *qui est soluble dans l'alcool et qui résiste à la chaleur* ; cette substance, injectée sous la peau des animaux, provoque une série de symptômes qui sont constants et rappellent ceux qu'on observe chez les animaux décapsulés. Elle amène la mort dans un délai très bref, en agissant probablement sur le système nerveux central. »

ZOOLOGIE. — *L'épuration nucléaire au début de l'ontogenèse.* Note de M. L. Cuénot, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une précédente Communication (¹), j'ai décrit l'évolution d'une Grégarine du genre *Diplocystis*, vivant dans la cavité générale du Grillon domestique, dont la sporulation présente un intérêt considérable, que j'espère mettre en évidence en la comparant avec les processus de multiplication d'autres Protozoaires.

» A l'état adulte, cette Grégarine possède un *macronucleus*, dont toutes les parties chromatiques sont concentrées en un gros karyosome vacuolaire ; ce macronucleus

(¹) Cuénot, *Évolution des Grégarines cœlomiques du Grillon domestique.* (*Comptes rendus*, t. CXXV, 5 juillet 1897, p. 52.)

existe tel quel depuis les premiers stades, le parasite encore tout petit étant renfermé dans l'épithélium de l'intestin moyen du Grillon; il grossit avec la Grégarine et, au moment où celle-ci va sporuler, présente des réactions de coloration un peu différentes de celles qu'il avait au début, signe manifeste de dégénérescence. Le *micronucleus* n'apparaît visiblement qu'à l'approche de la sporulation : c'est un petit granule chromatique entouré d'une auréole claire. Ce granule micronucléaire va donner naissance par divisions successives à tous les noyaux des Sporozoïtes, tandis que le macronucleus dégénérera lentement et ne prendra aucune part à la formation de ceux-ci.

» Quelle interprétation donner à ces faits? Pour ma part, je ne vois que la suivante, qui me paraît s'imposer à l'esprit. Le macronucleus a présidé à l'énorme accroissement de la Grégarine, depuis 8µ jusqu'à 1300µ, à l'accumulation de ses réserves pendant une période d'environ quatre mois; mais sa participation au travail cytoplasmique l'a modifié, l'a usé pour ainsi dire, et, comme cela arrive pour les vieux noyaux, il est incapable de se diviser pour donner les noyaux des descendants de la Grégarine. Le micronucleus n'a pris sans doute aucune part au travail d'accroissement et de fabrication des réserves : c'est du *plasma germinatif* vierge, non altéré, et l'on comprend qu'il puisse transmettre intact aux Sporozoïtes la structure moléculaire caractéristique des *Dyplocystis*.

» Cette interprétation se fortifie par la comparaison avec d'autres Protozoaires.

» Les Infusoires possèdent aussi un macro- et un micronucleus, très différents de taille et de caractères microchimiques; après un certain nombre de divisions fissipares, le macronucleus altéré dégénère, et c'est le micronucleus qui, après karyogamie, donne naissance à un appareil nucléaire rajeuni (Bütschli, Maupas, R. Hertwig), c'est-à-dire à un nouveau macronucleus capable de fonctionner pendant un certain laps de temps. Dans la conjugaison des Infusoires, le phénomène primordial est le remplacement du macronucleus; la karyogamie des micronucleus paraît un perfectionnement, utile, sans doute, mais surajouté (Delage). Chez un Radiolaire (*Thalassicola*), le gros noyau de la capsule centrale se ratatine et disparaît pendant qu'il se forme des spores nucléées dans le cytoplasme de la même capsule (Brandt) (¹); il doit y avoir là quelque chose d'analogue à ce qui se passe chez *Diplocystis*.

» Revenons aux Sporozoaires : chez les Coccidies, il n'y a qu'un noyau qui, au début de la sporulation, subit une évolution intéressante, décrite par Labbé chez *Klossia* (²) : le noyau tombe en dégénérescence, la plus grande partie de son contenu est rejetée en dehors de la Coccidie sous

---

(¹) Brandt, *Neue Radiolarienstudien* (*Mitth. Ver. Schlesw.-Holstein Arzte*), Heft 12, 1890.

(²) Labbé, *Recherches zoologiques, cytologiques et biologiques sur les Coccidies* (*Archives de Zool. exp.*, 3e série, t. IV, p. 517; 1896).

forme d'un globule polaire ou se dissout dans le cytoplasme; il reste à la place du noyau primitif quelques grains chromatiques qui se divisent pour donner les noyaux des Sporozoïtes. L'interprétation est facile : dans le noyau de *Klossia*, il y a une partie fonctionnelle et altérable correspondant au macronucleus de *Diplocystis* et des Infusoires, et une partie non fonctionnelle, restant en réserve, qui s'isole au début de la sporulation par l'expulsion de la partie altérée. La *Gregarina flava* et les *Monocystis*, d'après Roboz et Wolters, se comportent tout à fait comme *Klossia* : deux Grégarines s'accolent et préludent à la sporulation par la division de leur noyau en deux parties; l'une est rejetée au dehors sous forme de globule polaire; l'autre regagne le centre de la Grégarine. Il paraît que les noyaux épurés s'accolent ensuite, mais il n'est pas certain qu'il y ait véritablement karyogamie.

» Divers Protozoaires et Protophytes, Desmidiées (*Closterium* et *Cosmarium*, d'après Kleebahn), Héliozoaires (*Actinophrys sol*, d'après Schaudinn), expulsent aussi des noyaux polaires avant et après la karyogamie, mais je ne sais pas s'ils doivent être homologués à ceux des Sporozoaires; comme ils sont produits par une mitose tout à fait normale, ils pourraient bien avoir une signification réductrice, et non épuratrice.

» Mais cette épuration nucléaire ne doit pas être limitée aux seuls Unicellulaires; les œufs des Métazoaires, eux aussi, depuis leur différentiation, grossissent considérablement (de 28 à 3500 μ chez *Salamandra maculosa*) (¹), accumulent des réserves pendant une longue période (quatre ans chez la Salamandre) qui se termine par une multiplication cellulaire intense; au point de vue cytologique, il y a vraiment identité entre une Grégarine cœlomique et un œuf d'Echinoderme par exemple. Il doit donc y avoir aussi, dans l'œuf du Métazoaire, une épuration nucléaire précédant l'ontogenèse. Mais il est difficile de dire comment se fait cette épuration : est-elle représentée par l'expulsion du premier globule polaire, comme le pense Delage (²), ou par un autre processus? Sans discuter cette question, je puis citer au moins trois cas où l'épuration nucléaire rappelle beaucoup ce qui se passe chez les Grégarines.

» Chez une Méduse (*Æquorea*), Häcker (³) a constaté, lors de la maturation de

(¹) Carnoy et Lebrun, *La vésicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens.* (*La Cellule*, t. XII, p. 191; 1897.)

(²) Delage et Hérouard, *Traité de Zoologie concrète*, t. I (voir p. 57); 1896.

(³) Häcker, *Die Fürchung des Eis von Æquorea Forskalea.* (*Arch. für mikr. Anat.*, Bd. XL, p. 243; 1892.)

l'œuf, que le gros nucléole du noyau (tout à fait identique au karyosome de *Diplocystis*) est expulsé dans le cytoplasme où il dégénère lentement, encore visible au stade blastula; Wheeler (¹), chez *Myzostoma glabrum*, a fait une observation presque identique; enfin, chez les Urédinées, Poirault et Raciborski (²) décrivent dans les noyaux des filaments sporigènes l'expulsion des nucléoles, qui se retrouvent plus ou moins altérés dans le cytoplasme des spores. Häcker considère d'ailleurs le nucléole comme un produit de déchet, une chromatine transformée, et s'explique ainsi qu'il soit excrété dans le cytoplasme lorsque l'œuf commence son évolution; ce qui n'empêche pas qu'il y ait aussi formation de globules polaires chez *Myzostoma* et *Æquorea*.

» Je me bornerai à citer ces exemples épars, sans vouloir généraliser à l'excès; ils permettent de penser, à mon sens, que l'épuration nucléaire est une loi générale de l'évolution des organismes, qui mérite au plus haut point d'attirer l'attention des biologistes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations des Champignons inférieurs sous l'influence du milieu.* Note de M. **Julien Ray**, présentée par M. Gaston Bonnier (³).

« Cette Note a pour objet de faire connaître les principaux résultats de nombreuses cultures que j'ai entreprises pour étudier l'action du milieu sur les Champignons inférieurs.

» J'ai considéré spécialement diverses espèces appartenant aux genres *Sterigmatocystis, Aspergillus, Penicillium.* Les spores en ont été semées sur des milieux nutritifs variés (carotte, pomme de terre, gélatine, canne à sucre; solutions sucrées, empois d'amidon, solutions salines). Le plus souvent, je me suis servi de la méthode ordinaire de culture pure; d'autres fois, dans le cas des milieux liquides par exemple, j'ai introduit des conditions nouvelles, comme l'agitation continue des récipients, tubes ou ballons.

» Les différents Champignons se sont comportés d'une façon analogue. En premier lieu, je signale d'intéressants phénomènes d'adaptation. Les

(¹) Wheeler, *The behavior of the centrosomes in the fertilized egg of Myzostoma glabrum Leuckart.* (*Journ. of Morph.*, t. X, p. 305; 1895.)

(²) Poirault et Raciborski, *Sur les noyaux des Urédinées.* (*Journ. de Botan.*, t. IX, p. 318; 1895.)

(³) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de l'École Normale supérieure.

spores de la plante origine A_1, étant déposées sur l'un des milieux nutritifs, produisent une forme A_2 différente de A_1; cette forme est fertile, ses spores, transportées dans un autre tube du même milieu, donnent une forme A_3 différente de A_2, et ainsi de suite. Mais au bout d'un certain nombre de reports successifs, variable suivant les milieux, il se présente une forme A_f dont les spores, semées toujours de la même façon, se développent en une forme A_{f+1} semblable à A_f, et la série $A_f\,A_{f+1}\,A_{f+2}\ldots$ est composée de formes semblables entre elles. A partir de l'établissement de la forme fixe A_f, la plante est adaptée au nouveau milieu. L'adaptation se fait donc par une *série de formes successives fertiles*, de plus en plus différentes de l'origine et de plus en plus semblables à A_f, qui se maintient constante indéfiniment. Cependant les formes A_f, A_{f+1}, A_{f+2}, ..., identiques au point de vue de la morphologie et de la structure, ne le sont pas à un autre point de vue : si je porte les spores de l'une d'entre elles sur le milieu où j'ai recueilli la plante origine, j'obtiens, après plusieurs reports successifs sur ce milieu origine, un Champignon très voisin du Champignon primitif; or ce retour s'effectue plus vite pour une forme de la série dont l'ordre, représenté par l'indice de A, est moins élevé, moins vite pour une forme d'ordre plus élevé; c'est ce qui distingue entre eux les divers termes de la série à partir de A_f.

» Considérons maintenant l'ensemble des formes A_f correspondant aux différents milieux. Voici, pour le *Sterigmatocystis alba*, par exemple, les principales conclusions auxquelles j'arrive. Les caractères de genre se maintiennent dans la plupart des cas; mais, sur glucose, les fructifications sont du type *Penicillium;* avec les sels minéraux, j'obtiens une forme oïdiale; dans un liquide constamment agité, le Champignon est constitué par un ensemble de petites masses parfaitement sphériques que j'ai décrites dans une précédente Note; en présence d'un obstacle, dans les mêmes conditions, la plante se fixe sur l'obstacle et son thalle prend l'aspect d'une touffe d'algues filamenteuses. D'une façon générale, les caractères qui servent à distinguer les espèces, comme la forme et les dimensions des divers organes, se sont modifiés sans cesse.

» Cette étude des variations peut nous éclairer sur l'importance relative des caractères anatomiques, déterminée expérimentalement, ce qui est nécessaire pour établir une classification naturelle. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination des graines de Légumineuses habitées par les Bruches.* Note de M. **Edmond Gain**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les jeunes graines de Légumineuses, habitées par les larves des Bruches, paraissent se développer normalement ([1]). Les conséquences de cette association parasitaire sont assez mal connues, des opinions peu concordantes ayant été émises par Riley, Real, Goff, Popenœ, Wood, Curtis et Fitch. Dans les stations d'essai de graines en Suisse, en Allemagne et en France, on ne compte pas généralement le nombre des graines germées habitées par les Bruches; on semble admettre qu'elles valent pratiquement les graines saines. L'influence nuisible de l'insecte serait bornée à une mutilation ou à une diminution des réserves, sans s'exercer sur les réserves qui restent ou sur celles qui sont en voie de formation.

» Nos recherches sur ce sujet ont porté sur quarante-cinq échantillons d'origines diverses, se rapportant à trente et une variétés de différentes espèces de Légumineuses appartenant aux genres *Faba, Pisum, Phaseolus, Lathyrus, Galega, Vicia, Ervum.* Nous avons eu surtout comme but de mettre en évidence les différentes causes qui interviennent pour modifier la valeur des graines envahies par les Bruches. De plus, nos expériences confirment et généralisent, pour un grand nombre de Légumineuses, les conclusions de quelques observateurs, en ce qui concerne la productivité des Pois et des Fèves habités.

» Un peu plus de 3000 germinations ont été examinées comparativement. Plus de la moitié des germinations ont été élevées au Laboratoire dans des germoirs. Les autres ont été semées sur deux terres de jardin, de localités différentes.

» Le pouvoir absorbant, l'exosmose, le pouvoir germinatif, les phénomènes germinatifs de croissance ont été observés comparativement sur des graines saines et sur des graines parasites.

» Pouvoir absorbant. — La rapidité de l'absorption est très différente; on sait, en

---

([1]) Decaux, *Étude sur les insectes nuisibles;* 1890 (*Bull. de la Soc. d'Acclim.*, n° 1, 1896), etc. — F.-H. Chittenden, *Some little-known insects affecting stored vegetable products;* 1897.

effet, qu'une lésion, même légère, hâte l'entrée de l'eau [1]. Les graines habitées se gonflent très rapidement et même dans un sol peu humide. Immergées dans l'eau, les pouvoirs absorbants, après seize, vingt-trois et quarante heures, étaient de 93, 100, 105 pour les Fèves bruchées, et seulement 31, 85, 103 pour les autres. Le début de la germination étant différent dans les deux cas, on peut conclure que la facilité d'absorption que possèdent les graines parasitées réalise pour elles une condition différente de lutte contre la sécheresse. Ceci explique les résultats divergents obtenus dans les champs d'expériences.

» EXOSMOSE. — L'exosmose est toujours préjudiciable à la valeur nutritive des graines. Or, si on les immerge jusqu'à satisfaction du pouvoir absorbant, on voit que les graines attaquées ont une exosmose parfois plus que doublée. Soit 100 l'exosmose moyenne des graines saines; on trouve, pour les autres : *Pisum sativum*, 214; *Pisum arvense*, 208; *Phaseolus*, 140 à 201; *Lathyrus*, 179; *Faba* (fèves), 128 à 262, (féveroles) 280 à 390 suivant les variétés. Cette perte sérieuse de substances nutritives constitue donc parfois une dépréciation importante qui s'ajoute à la déprédation des réserves par l'insecte.

» POUVOIR GERMINATIF. — La proportion centésimale des graines qui peuvent germer est beaucoup plus faible pour les graines attaquées. On sait que l'embryon d'une graine mutilée dans sa gemmule, sa tigelle et sa radicule manifeste des phénomènes de germination et peut développer des organes de remplacement. On peut donc comparer, pour les graines saines et pour les graines attaquées, le nombre de celles qui rompent leurs téguments. La différence des deux nombres peut être sensiblement imputée à l'action des insectes. La réduction du pouvoir germinatif est souvent considérable.

» Des expériences ont été faites par nous pour réaliser artificiellement les lésions mécaniques des insectes, c'est-à-dire la disparition d'une partie des réserves ou même des deux points végétatifs de l'embryon. Elles montrent qu'une telle action mécanique n'explique pas la perte du pouvoir germinatif. Il faut donc admettre que les insectes exercent directement ou indirectement une action d'une autre nature. Cette dernière conclusion, importante au point de vue biologique, est corroborée par l'observation suivante : les lots de graines attaquées et germées offrent parfois des plantules à vitalité temporaire, qui dépérissent et meurent après quelques jours de développement. Le nombre des plantules viables est ainsi souvent très réduit. Ceci est dû aussi à ce fait que les graines mutilées par des insectes, à leurs points végétatifs, sont souvent incapables de développer des organes de remplacement.

» L'expérience suivante montre bien que la vitalité des graines attaquées est très amoindrie : on prend des graines n'ayant que des lésions d'insectes dans leurs cotylédons. Après le développement de la radicule et de la tige, on coupe ces deux parties. On fait la même opération avec des graines saines. Quelques jours plus tard, si l'on compare le développement des organes de remplacement, on voit qu'ils sont beaucoup plus réduits dans les graines attaquées. Du reste, des graines de poids égaux, après quelques jours de germination, donnent des pousses irrégulières qui sont toujours

(1) H. COUPIN, *Sur le gonflement des graines* (*Ann. Sc. nat.: Bot.*, 1895).

beaucoup plus réduites pour le lot des graines attaquées. Celles-ci se réveillent plus lentement pour la majeure partie des espèces étudiées : mais ce n'est pas seulement un simple ralentissement dans la vitesse de croissance : c'est aussi, pour des graines de poids égaux, une diminution de la capacité de croissance. Cette dernière influence varie, d'ailleurs, notablement suivant la distance qui sépare l'insecte de la gemmule.

» Croissance. — Dans des essais comparatifs sur sols de jardin, on a semé des lots de graines exactement pesées et choisies, en s'attachant à éviter toute cause d'erreur. Le poids moyen des plantes obtenues a été notablement plus faible pour celles qui provenaient de graines attaquées. La différence a parfois dépassé 30 pour 100. Le nombre des feuilles sur chaque plante reste le même, mais leur surface est réduite. La floraison est ordinairement retardée de un à cinq jours sous l'influence du parasitisme. Le nombre des fleurs et des fruits est moindre. Pour les Fèves de marais, le nombre moyen des fleurs par pied était de 42 pour les Fèves parasitées et de 67 pour les Fèves ordinaires. Les nombres des fruits et des graines sont affectés dans des proportions souvent plus fortes encore. En somme, la fécondité est grandement diminuée. Notons aussi que les graines attaquées par les insectes présentent des conditions très favorables à l'invasion des bactériacées et des moisissures. C'est encore là une autre cause de dépréciation au point de vue agronomique.

» En définitive, sous l'influence des Bruches, certaines graines, Galéga par exemple, sont toutes incapables de germer. D'autres subissent une réduction de leur pouvoir germinatif, celui-ci tombant parfois à 10 pour 100. Dans tous les cas, pour les graines qui germent, la croissance est entravée et limitée plus ou moins. Les insectes n'agissent donc pas seulement sur les graines mais encore sur la descendance de celles-ci.

» *Conclusions*. — Les graines de Légumineuses envahies par les Bruches subissent, par le fait de ce parasitisme, une grande dépréciation, due aux causes suivantes :

» 1° Destruction d'une partie des réserves embryonnaires ;

» 2° Mutilations très considérables, souvent non suivies de régénération des parties mutilées ;

» 3° Exosmose très importante de produits nutritifs solubles ;

» 4° Action biologique et mécanique du parasite, dont l'efficacité dépend en partie de l'état de réceptivité de la graine. Chacune de ces quatre causes a une importance qui est très variable avec l'espèce de graine considérée. La dernière des influences signalées n'est pas limitée à la graine, mais atteint aussi sa descendance. »

M. Fréd. Landolph adresse une nouvelle Note intitulée : « Analyse optique des urines ; déviation du sucre de raisin et du sucre commercial ; coefficients directs de réduction ».

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juillet 1897.

Études de Céramique exécutées à la demande des fabricants de porcelaine de Limoges, par M. Émilio Damour. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, février 1897.) Paris, Chamerot et Renouard, 1897; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. 2e série. T. XXI, juillet 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

L'Atmomètre, par C.-M. Le Blanc, Lieutenant de vaisseau, Directeur de l'observatoire militaire de Rochefort. (Extrait de la *Revue maritime*.) Paris, Baudoin, 1897; 1 broch. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1895-1896. Rouen, Léon Gy; 1 vol. in-8°.

Le climat d'Athènes, par Démétrius Eginitis, Directeur de l'observatoire, Professeur à l'Université nationale. (Extrait des *Annales de l'observatoire d'Athènes*, t. I.) Athènes, Imprimerie nationale, 1897; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. T. XXXII. 2e Partie. Paris, G. Fischbacher, 1896-1897; 1 vol. in-4°.

The ancient stone implements, weapons and ornaments of Great Britain. 2e édition, revised by Sir John Evans, K. C. B., etc., Correspondant de l'Institut de France. Longmans, London and Bombay, Green and Co, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Minutes of proceedings of the Institution of civil Engineers, with other selected and abstracted papers. Vol. CXXVIII. London, 1897; in-8°.

Universidad central de España. Memoria del curso de 1895 *a* 1896. *Anuario del curso de* 1896 *à* 1897. *De su distrito universitario*. Madrid, 1897; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUILLET 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Le Gnomon de l'Observatoire et les anciennes Toises; restitution de la Toise de Picard.* Note de M. C. Wolf.

« Lorsque j'ai publié, il y a plusieurs années, mes recherches historiques sur les étalons de l'Observatoire, j'ai dû laisser de côté, malgré l'intérêt qui s'y attache, les deux anciennes toises de l'abbé Picard et des Cassini, qui ont servi l'une à la première mesure exacte du degré de Paris, l'autre à la mesure de la méridienne de France et à sa vérification. Avec La Condamine et les Académiciens qui remesurèrent en 1756 la base de Villejuif, j'ai dû regarder la toise de Picard comme perdue. « Si la toise em- » ployée par M. Picard, dit La Condamine (*Mémoire sur les toises*, p. 485),

» fût restée en dépôt à l'Académie ou à l'Observatoire, on n'eût pas » manqué de la faire servir dans toutes les mesures de degrés postérieures » à la sienne . . . . ., mais la toise de Picard ne subsiste plus ».

» Quant à la toise des Cassini ou toise de France, aujourd'hui perdue, elle existait bien lorsque les commissaires de l'Académie, sur la proposition de Godin, firent la comparaison des différentes toises, dans le but d'établir la relation exacte des degrés mesurés en France, au Pérou, en Laponie et au Cap; mais, pour un motif inconnu, cette toise ne figura pas dans l'opération.

» Il résulte de ces deux faits que ni le degré de Picard, ni les bases de la méridienne de France vérifiée, ne peuvent être exactement comparés entre eux ni avec les degrés du Pérou et de la Laponie.

» La divergence qui s'était manifestée entre la mesure de Picard et celle de Cassini de Thury et La Caille, ou ce qu'on a appelé l'*erreur de Picard*, ne put être expliquée que très imparfaitement par la nouvelle mesure de la base de Villejuif. Les termes extrêmes de cette base ne subsistaient plus; les commissaires de l'Académie durent se contenter d'en mesurer une nouvelle et de la rattacher à l'un des côtés d'un triangle de Picard. La distance du clocher de Brie-Comte-Robert à la tour de Montlhéry était, d'après Picard, de 13121 toises 3 pieds; les commissaires (Bouguer, Camus, Cassini de Thury et Pingré) trouvèrent 13108 toises $\frac{32}{100}$, la base étant mesurée avec des perches étalonnées sur la toise du Nord; Cassini de Thury et La Caille avaient trouvé 13108 toises exactement. Ces nombres donneraient pour l'équation de la toise de Picard par rapport à celle du Nord :

$$\text{toise de Picard} = \text{toise du Nord}\ (1 - 0{,}0010152).$$

La toise des Cassini serait égale à celle du Nord. Mais cette comparaison indirecte mélange les erreurs de la triangulation à la différence des unités de mesure et ne peut donner leur équation vraie.

» Cassini de Thury avait aussi mesuré avec sa toise plusieurs portions de l'ancienne base de Picard, portions dont les extrémités étaient assez bien reconnaissables. Les différences suivaient assez exactement le même rapport d'une toise sur mille.

» Telles furent les seules conclusions auxquelles purent arriver les commissaires de 1756. Ils ignoraient, et nous ignorions encore il y a quelques jours, qu'il existe à l'Observatoire, dans un parfait état de conservation, une nombreuse suite de règles métalliques qui nous donnent les longueurs exactes de la toise de Picard et de la toise de Cassini.

» Dans son livre de la *Mesure de la Terre* (p. 142), l'abbé Picard écrivait, en 1671 : « La longueur de la toise de Paris, et celle du pendule à » secondes, telle que nous l'avons établie, seront soigneusement conser- » vées dans le magnifique Observatoire que Sa Majesté fait bâtir pour » l'avancement de l'Astronomie. »

» Une délibération de l'Académie des Sciences, prise en 1682, parut devoir assurer la réalisation de cette promesse : « Le samedy dernier de » février, la Compagnie étant assemblée sur ce qu'on étoit obligé » d'abaisser le gnomon de l'Observatoire, par ce que, en hyver, la lon- » gueur de la méridienne n'auroit pas été assez grande, on a arresté qu'au » lieu de 31 pieds 3 pouces qu'il a, on luy donnera seulement 30 pieds » 7 pouces une ligne, ce qui luy donnera dix fois la hauteur du pendule à » secondes, et chaque carreau de la salle sera la ( ) partie de la hauteur » du gnomon. » (*Procès-verbaux de l'Académie des Sciences.*)

» Mais ce projet fut-il exécuté? Les Procès-verbaux de l'Académie sont muets sur ce sujet; et l'histoire de l'Académie, qui ne rapporte pas la décision du 28 février, ne parle jamais du gnomon de l'Observatoire avant l'année 1729, où Jacques Cassini établit la méridienne dans l'état où nous la voyons aujourd'hui. Or, dans le Mémoire très détaillé qu'il a consacré à la description de cette méridienne, il donne, pour hauteur du bas de l'ouverture du gnomon, 30 pieds 6 pouces 8 lignes ou 4400 lignes de Paris, nombre qui n'a point de rapport avec la hauteur, 4405 lignes, que voulaient lui donner Picard et l'Académie. Il semble donc que Jacques Cassini ne s'est nullement préoccupé de se conformer à la décision de 1682, qu'il ne connaissait probablement pas (il avait cinq ans à l'époque où elle fut prise) et que l'Académie elle-même avait oubliée. Il n'en dit pas un mot dans son Mémoire, et les astronomes du XVIIIe siècle durent considérer les divisions de la méridienne de l'Observatoire comme absolument arbitraires; c'était aussi l'opinion que j'exprimais en 1889 dans l'Introduction au Recueil des Mémoires sur le pendule, publié par la Société de Physique.

» Une heureuse fortune m'a mis ces jours derniers entre les mains un document qui rétablit la liaison des faits, interrompue par le silence des Procès-verbaux de l'Académie et du Mémoire de J. Cassini. Voici ce que je lis dans le *Journal des observations de Jean-Dominique Cassini,* écrit de la main même de cet astronome :

» Le 12 de mars 1682 (12 jours après la délibération de l'Académie citée plus haut), nous mesurâmes exactement avec MM. Picard et de la Hire la hauteur de la fenestre méridionale de la grande sale que j'avois fait abaisser afin que le rayon du bord supé-

rieur du Soleil passant par le bas de cette fenestre dans le solstice d'hiver puisse arriver à l'extrémité du pavé et nous la trouvames exactement de 30 pieds 7 pouces et une ligne qui fait dix fois la longueur de la pendule qui fait une vibration simple en une seconde d'heure et ayant porté cette mesure entière sur le pavé commençant de la pierre qui termine la muraille méridionale en dedans pour mesurer la longueur de la sale iusqu'à l'appuy de la fenestre septentrionale au dedans nous trouvames qu'il y avoit trois de ces mesures qui font 91 pieds 9 pouces et 3 lignes et de plus 5 pieds 9 pouces et 1 ligne qui font en tout 97 pieds 6 pouces et 4 lignes. » (*Archives de l'Observatoire*, D. 1. 8).

» Ainsi la décision que l'Académie avait prise le 28 février, sur la proposition de J.-D. Cassini sans aucun doute (j'en ai la preuve par d'autres faits rapportés dans son Journal), fut immédiatement mise à exécution par lui et Picard, et la hauteur du bas du gnomon fixée à 4405 lignes de la toise de Picard. Or c'est au bas de cette ouverture, sans y rien changer, Jacques Cassini le dit expressément, que fut fixée en 1729 la plaque horizontale du gnomon, dont la hauteur mesurée avec la toise de Cassini se trouva être de 4400 lignes. On déduit de là l'équation des deux toises :

Une toise de Picard = une toise de Cassini (1 — 0,0011362).

» J. D. Cassini en 1682 avait mesuré la longueur totale de la salle de la méridienne, son fils la mesura également en 1729 et trouva 97 pieds 5 pouces 0 ligne; d'où l'on déduit

1 toise de Picard = 1 toise de Cassini (1 — 0,0011392).

» La concordance de ces équations prouve d'abord l'exactitude des mesures. Elle prouve, en outre, la longueur de la salle n'ayant pas changé, que le bas de l'ouverture du gnomon était bien resté au point où on l'avait abaissé en 1682.

» Si nous nous reportons maintenant à la graduation de la méridienne, nous voyons que Jacques Cassini prit pour unité le 10e de la hauteur du gnomon, donc, sans le savoir, la longueur du pendule de Picard. Il fit construire par Langlois trente et une règles de cuivre qu'il ajusta de façon qu'elles fussent toutes égales et que dix quelconques d'entre elles, placées bout à bout, fissent exactement la longueur de la règle articulée qu'il avait ajustée elle-même à la hauteur du gnomon. Ces trente et une règles, encastrées dans des plaques de marbre, furent placées bout à bout le long de la méridienne, avec tous les soins pour qu'elles formassent une ligne parfaitement droite. C'est ainsi qu'elles ont été conservées intactes jusqu'à ce jour. La hauteur du gnomon peut avoir été altérée lors de la restauration

des voûtes de 1786 à 1793; la distance des murs ou la longueur de la salle peut avoir changé; et elle a changé, en effet, d'abord par suite d'un déversement du mur méridional signalé par La Condamine et Cassini, puis très probablement par un ravalement de l'embrasure de la fenêtre du Nord; la longueur de chaque règle, protégée comme elle l'est par les plaques de marbre qui l'encastrent, n'a pas varié. Nous avons donc aujourd'hui trente et un exemplaires authentiques de la longueur du pendule de Picard, représentant chacun 440,5 lignes de la toise de Picard et 440,0 lignes de celle de Cassini.

» Une mesure rapide de la longueur totale des trente et une règles m'a donné $30^{m},777$ ou 13643 lignes de la toise du Pérou. La mesure de J. Cassini lui assigne 13640 lignes. Cette petite différence, si elle est réelle, s'expliquerait aisément par l'introduction progressive de la poussière entre les extrémités des règles.

» La longueur du pendule de Picard, d'après la méridienne de l'Observatoire, serait $0^{m},9927$. Borda a trouvé $0^{m},9925$.

» Enfin, il faut remarquer que la différence de la toise de Picard avec toutes les autres, qui sont plus longues qu'elle d'une ligne presque entière, est la conséquence nécessaire de la manière dont ces toises ont été étalonnées. L'étalon du grand Châtelet, dont elles dérivent toutes, fut établi en 1668; il consistait en une barre de fer, terminée par deux talons perpendiculaires à la barre, entre lesquels une toise devait entrer exactement. Picard y ajusta sa toise immédiatement après la mise en place de l'étalon; toutes les autres toises ne furent présentées à ce type que soixante ans plus tard, lorsque des opérations répétées, et le plus souvent faites sans soin, avaient usé les faces terminales, et, par suite, en avaient accru la distance. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Établissement du régime uniforme dans un tuyau à section circulaire.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. Pour la paroi en ciment fin [1] sur laquelle M. Bazin a fait ses récentes observations (dans un tuyau circulaire, il est vrai, et non rectangulaire large), on avait $b = 0,000166$, $\sqrt{b} = 0,0129$, et, par suite (avec la valeur 48,6 de k), $\sqrt{B} = 0,0175$, $k\sqrt{B} = 0,851$ [2]; d'où résulte, dans la sec-

[1] Voir le précédent *Compte rendu*, p. 142.

[2] Ces valeurs se déduisent de la première formule (60) de mon travail de l'année

tion rectangulaire large, encore d'après les mêmes formules (32) de l'Étude citée, $b = 0,000186$, $\sqrt{b} = 0,0136$ et $k\sqrt{b} = 0,663$. L'inverse de $k\sqrt{b}$ y est donc, non pas très grand, mais seulement égal à 1,508. Toutefois, chacune des deux catégories de valeurs que prend le coefficient de Ψ'' dans (107), les unes (pour $\zeta^2 < \frac{1}{3}$) en excédent, les autres (pour $\zeta^2 > \frac{1}{3}$) en déficit sur cette moyenne 1,508, s'en écarte relativement assez peu, surtout en moyenne, pour qu'on puisse, dans une première étude, lui substituer la valeur constante 1,508; et l'expression (110) de Ψ, où α est de l'ordre de $j\pi$, réduit encore le terme Ψ, dans (107), à une fraction presque négligeable du précédent $1,508\Psi''$, au $\frac{1}{15}$ environ. Enfin, dans l'expression (111) de m, le terme $2k\sqrt{B}$, de deuxième approximation, n'est guère, même pour $j = 1$, que le $\frac{1}{6}$ du terme principal $j^2\pi^2$: preuve que les formules obtenues continuent à être applicables avec quelque approximation.

» L'expression (112) de $-\varpi$ donnera donc une idée encore assez juste du phénomène étudié. Le coefficient c figurant devant l'exponentielle y est environ 0,134, vu la valeur 0,663 de $k\sqrt{b}$. Mais, pour un tuyau non muni de la bouche parfaitement évasée que nous avons admise, et où se produira toujours, après la brusque contraction des filets fluides, un épanouissement rapide, avec frottements notables qui ébaucheront déjà l'inégalité des vitesses dans le tuyau, l'écart initial ϖ_i, sur la section où le régime commencera à varier graduellement, aura des valeurs absolues moindres que leur expression supposée $1 - \varphi$, et, par suite, le coefficient c ne devra guère, ou pas, excéder 0,1. Il suffira donc que l'exponentielle se réduise elle-même à 0,1, ou que son exposant égale au moins, en valeur absolue, 2,3026, ou enfin que x atteigne la valeur $72,3h$ environ, pour que l'écart ϖ soit partout inférieur à $\frac{1}{100}$ et insensible. Ainsi, *le régime uniforme sera établi après un parcours x d'environ 72 rayons moyens, ou 36 fois la hauteur $2h$ de la section, à partir de l'endroit où les filets fluides commencent à être sensiblement rectilignes et parallèles.*

» II. Abordons enfin le cas, plus pratique, mais beaucoup moins simple, d'un tuyau à section circulaire. Alors la fonction F peut être réduite à l'inverse de $\mathfrak{r}$ avec une approximation suffisante : F_1 est, par suite,

---

dernière (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 143), où $k = 48,60$ d'après l'une des formules précédentes (57) du même travail, et où il suffit d'introduire en outre le résultat $b = 0,000166$, fourni directement par l'observation des débits du tuyau circulaire expérimenté.

$\frac{2}{3}(1-\iota^3)$, et, Ω ne dépendant, comme F et F_1, que de la variable $\iota = \frac{1}{2}\sqrt{\eta^2+\zeta^2}$, $\Delta_2\Omega$ a l'expression $\frac{1}{4\iota}\frac{d.\iota\Omega'}{d\iota}$. D'ailleurs, dans l'équation indéfinie (103), les deux derniers termes du quadrinome entre parenthèses ont évidemment pour somme $-\frac{1}{4}F'_1\Omega'$, ou $\frac{1}{2}\iota^2\Omega'$; de sorte que cette équation indéfinie ne contient Ω que par le produit $\iota\Omega'$. Celui-ci, ou plutôt son quart $\frac{1}{4}\iota\Omega'$, sera donc notre inconnue auxiliaire. Nous l'appellerons encore Ψ, en posant ainsi

$$(113) \qquad \Delta_2\Omega = \frac{1}{\iota}\frac{d\Psi}{d\iota} = \frac{\Psi'}{\iota}.$$

» Enfin, le signe d_σ équivalant à une dérivation en ι, cette équation (103), divisée par m, deviendra presque immédiatement, en y mettant en évidence, comme dans (107), la valeur moyenne, sur toute l'étendue de la section, d'un coefficient variable, valeur qui s'exprime simplement au moyen du coefficient b propre à la section circulaire (¹),

$$(114) \qquad \frac{1}{4m}\frac{d}{d\iota}\left(\frac{1}{\iota}\frac{d^2\frac{\Psi'}{\iota}}{d\iota^2}\right) + \left[\frac{1}{k\sqrt{b}} + \frac{2}{3}\left(\frac{2}{5}-\iota^3\right)\right]\frac{d\frac{\Psi'}{\iota}}{d\iota} + 2\Psi = 0.$$

» Les conditions définies (104) et (105) deviennent en même temps, vu que $d\nu$ (ou $d\sqrt{\eta^2+\zeta^2}$ suivant la normale au contour) est $2d\iota$ à la limite $\iota = 1$,

$$(115) \qquad \begin{cases} \Psi(0)=0, \quad \Psi(1)=0, \quad \dfrac{d}{d\iota}\left(\dfrac{\Psi'}{\iota}\right)=0 \text{ (pour } \iota=0), \\ \dfrac{1}{2k\sqrt{B}}\dfrac{d}{d\iota}\left(\dfrac{\Psi'}{\iota}\right)+\dfrac{\Psi'}{\iota}=0 \text{ (pour } \iota=1). \end{cases}$$

» III. La fonction $\Psi(\iota)$ se développera en une série procédant suivant les puissances entières de ι. Cette série, d'après la première condition (115), n'aura pas de terme indépendant de ι. D'ailleurs, la valeur (113) de $\Delta_2\Omega$ devant rester finie au centre, Ψ' contiendra le facteur ι; et le terme du premier degré manquera dans Ψ. Ceux des troisième et quatrième degrés manqueront également; car un terme en ι^3 ne vérifierait pas la troisième condition (115), et un terme en ι^4, porté dans (114), y en donnerait un en ι^{-2}, incapable de se réduire avec aucun autre. Les deux premiers termes

(¹) Voir la première des formules (43) de mon Étude de l'année dernière (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 77).

seront donc, l'un, en ι^2, l'autre, en ι^5. Après quoi, viendront ι^8, ι^{11}, ι^{14}, ...; car toute expression de la forme $M\iota^\alpha$, substituée dans (114), y donne trois termes, respectivement affectés de $\iota^{\alpha-6}$, $\iota^{\alpha-3}$, ι^α, essentiellement différents de zéro tous les trois pour $\alpha > 5$ et dont les deux premiers ne pourront se réduire qu'avec d'autres issus de même des deux termes de Ψ où α était moindre soit de 3, soit de 6 unités. Ainsi la différence des divers exposants α est toujours un multiple de 3; et si, Ψ n'étant déterminé qu'à un facteur constant près, l'on prend -1 pour second coefficient, il viendra

$$(116) \qquad \Psi(\iota) = A\iota^2 - \iota^5 + C\iota^8 - D\iota^{11} + E\iota^{14} - \ldots.$$

» Une loi de récurrence assez simple, fournie par la vérification identique de l'équation indéfinie (114), permettra d'évaluer chaque coefficient, à partir de C, en fonction linéaire des deux coefficients précédents multipliés par m. Puis la deuxième condition (115) déterminera A, et la quatrième (115) deviendra enfin l'équation en m.

» IV. Mais bornons-nous, comme nous l'avons fait pour la section rectangulaire large, au cas d'une paroi assez polie, ou plutôt d'une valeur de b assez petite, pour que, dans (114), le coefficient du second terme soit réductible à sa valeur moyenne inverse de $\sqrt{b}$, alors grande comparativement à son écart $\left(\text{variable entre } \frac{4}{15} \text{ et } -\frac{2}{5}\right)$ d'avec cette moyenne. Le troisième terme, 2Ψ, pourra encore être supprimé, comme étant, pour les mêmes raisons que dans la section rectangulaire large, tout au plus comparable à la partie ainsi négligée du second terme; et si l'on introduit, pour abréger, une fonction μ et une constante K définies par les relations

$$(117) \qquad \mu = \frac{d}{d\iota}\left(\frac{\Psi'}{\iota}\right), \qquad K = \frac{4m}{k\sqrt{b}},$$

l'équation indéfinie (114), s'abaissant au second ordre, deviendra

$$(118) \qquad \frac{d}{d\iota}\left(\frac{1}{\iota}\frac{d\mu}{d\iota}\right) + K\mu = 0.$$

» Portons-y l'expression de μ résultant de (117) et (116), savoir

$$(119) \qquad \mu = -3.5\iota^2 + 6.8C\iota^5 - \ldots:$$

l'équation (118) déterminera immédiatement chacun des coefficients C, D, E, ... en fonction du coefficient précédent 1, C, D, ...; et la for-

mule (116) sera

$$(120)\quad \Psi(\tau) = A\tau^2 - \tau^5 + \frac{K\tau^8}{6.8} - \frac{K^2\tau^{11}}{6.8.9.11} + \frac{K^3\tau^{14}}{6.8.9.11.12.14} - \frac{K^4\tau^{17}}{6.8.9.11.12.14.15.17} + \dots.$$

» Portons-y la valeur de A résultant alors de la seconde condition (115), savoir

$$(121)\quad A = 1 - \frac{K}{6.8} + \frac{K^2}{6.8.9.11} - \frac{K^3}{6.8.9.11.12.14} + \frac{K^4}{6.8.9.11.12.14.15.17} - \dots;$$

et la dernière condition (115), multipliée par $-2k\sqrt{B}$, puis divisée par 3.5, deviendra l'équation en K (ou en m):

$$(122)\quad \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{K}{3.5} + \frac{K^2}{3.5.6.8} - \frac{K^3}{3.5.6.8.9.11} + \frac{K^4}{3.5.6.8.9.11.12.14} - \dots \\ \qquad + \frac{2k\sqrt{B}}{5}\left(1 - \frac{2K}{6.8} + \frac{3K^2}{6.8.9.11} - \frac{4K^3}{6.8.9.11.12.14} + \dots\right) = 0. \end{array} \right.$$

» Conformément à ce qu'on avait prévu, elle n'a pas de racine négative; car tous les termes de son premier membre sont essentiellement positifs pour les valeurs négatives de K.

» V. Si le coefficient $\frac{2}{5}k\sqrt{B}$ était assez petit pour qu'on pût négliger dans (122) la série où il figure, quelques tâtonnements donneraient, comme valeur de la plus petite racine, $K = 25{,}64$. Mais, cette valeur rendant la série dont il s'agit positive (égale à 0,272), il faudra prendre K un peu plus grand. Pour la valeur $k\sqrt{B} = 0{,}851$, qui convient à une paroi en ciment lissé, quelques essais donnent assez exactement $K = 30$; et il vient ensuite, d'après (121), $A = 0{,}5342$. On aura donc pour le paramètre m, vu (117), $7{,}5k\sqrt{b}$, et, dans l'exponentielle correspondante de la formule (106) de ϖ, l'exposant sera, en valeur absolue, $\frac{15g\sqrt{b}}{k}\frac{x}{R}$ ou, très sensiblement, $0{,}039\frac{x}{R}$ (vu que $\sqrt{b} = 0{,}0129$). Comme les valeurs initiales ϖ_i de l'écart ϖ, dans le mode de distribution des vitesses, ne dépasseront guère encore un dixième, ou tout au plus un dixième et demi, ces écarts ϖ se réduiront à des quantités de l'ordre de 0,01, et seront insensibles, quand l'exponentielle n'excédera pas 0,1, ou quand l'exposant atteindra 2,3026 en valeur absolue; ce qui aura lieu pour $x = 59R$, à très peu près. *Un parcours d'environ 30 diamètres, après l'épanouissement des filets fluides consécutif à la contraction de l'entrée, suffira donc pour établir le régime uniforme.*

» VI. En comptant 4 ou 5 diamètres en plus depuis l'entrée jusqu'à la

section où l'épanouissement est ainsi effectué et où le régime commence à varier graduellement, on voit que l'établissement du régime uniforme dans un tuyau de conduite à parois polies demandera, au maximum, une longueur de 35 à 40 fois le diamètre du tuyau. Conformément aux observations récentes de M. Bazin, ce régime devait donc, dans ses expériences, exister après un parcours de 50 diamètres, mais non après un parcours de 25 diamètres, où, seulement, l'expression (106) de l'écart ϖ était évidemment réduite à son terme principal. Or, celui-ci est, vu les formules (113), (120) de $\Delta_2\,\Omega$ et de $\Psi(\iota)$, et les valeurs, 30, 0,5342, de K et de A,

$$(123)\quad \left\{\begin{aligned} \varpi = &-ce^{-0,089\frac{x}{R}}\\ &\times(1,0685 - 5\iota^3 + 5\iota^6 - 2,0833\iota^9 + 0,4735\iota^{12}\\ &\qquad - 0,0676\iota^{15} + 0,0066\iota^{18} - 0,0005\iota^{21} + \ldots).\end{aligned}\right.$$

» La fonction de ι entre parenthèses, à laquelle l'écart ϖ est proportionnel dans chaque section, décroît de 1,0685 à $-$ 0,6028, quand ι grandit de zéro à 1, c'est-à-dire quand on va du centre au contour; elle est donc, en valeur absolue, plus grande sur l'axe qu'auprès de la paroi, dans le rapport de 1,773 à 1. Et elle s'annule pour $\iota = 0,659$; ce qui est aussi d'accord qu'on pouvait l'espérer avec l'expression particulière de ϖ, observée par M. Bazin pour l'abscisse $x = 50$R et constituée par les différences respectives des deux séries de nombres rapportées au commencement de cette Étude. On y voit, en effet, que la valeur de ι, pour laquelle se produit l'égalité des nombres des deux séries, est voisine de $\frac{5}{8} = 0,625$, légèrement moindre, toutefois, et, par conséquent, un peu inférieure à 0,659. Par suite, ϖ, nul en moyenne, ayant ainsi le champ de ses valeurs négatives, qui constitue la région centrale des sections, sensiblement réduit, celui de ses valeurs positives, constitué par la région périphérique, se trouve accru d'autant; et les valeurs absolues de ϖ constatées vers le contour sont encore plus faibles que les valeurs calculées.

» La raison de ces écarts est évidemment dans l'insuffisante petitesse du paramètre $k\sqrt{b}$, qui ne justifiait pas tout à fait les simplifications auxquelles nous avons soumis l'équation différentielle (114).

» VII. Observons à ce propos que la valeur de ι pour laquelle ϖ s'annule et, par conséquent, l'étendue de la région centrale où ϖ est négatif, grandissent lorsque $\sqrt{B}$, $\sqrt{b}$ tendent vers zéro. Car, si l'on suppose $\sqrt{B}$, $\sqrt{b}$ infiniment petits, il vient, comme on a vu, $K = 25,64$ (d'où $m = 6,41\,k\sqrt{b}$, $A = 0,5850$); et la formule (123) est remplacée, d'après (106), (113),

(121) et (120), par celle-ci :

$$(124)\left\{\begin{aligned} \varpi = & -ce^{-12,82\frac{g\sqrt{b}}{k}\frac{x}{R}} \\ & \times(1,1701 - 5\tau^3 + 4,2733\tau^6 - 1,5218\tau^9 + 0,2956\tau^{12} \\ & \qquad - 0,0361\tau^{15} + 0,0030\tau^{18} - 0,0002\tau^{21} + \ldots). \end{aligned}\right.$$

» Pour τ croissant de 0 à 1, la fonction de τ entre parenthèses décroît de 1,1701 à $-$ 0,8161 ; de sorte qu'en valeur absolue elle est seulement, sur l'axe, $1^{\text{fois}},434$ (et non plus $1^{\text{fois}},773$) sa valeur à la paroi. Aussi, par compensation, la racine τ qui l'annule est-elle 0,6736, c'est-à-dire un peu supérieure à 0,659 : ce qui rend la région centrale, où ϖ est négatif, égale à la fraction $0,6736^2$, ou aux 454 millièmes, de la section totale σ, au lieu de la fraction $0,659^2$, ou des 434 millièmes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la composition des eaux de drainage;* Note de M. **P.-P. Dehérain.**

« Je demande à l'Académie la permission de résumer brièvement les résultats qu'ont fournis la mesure et l'analyse des eaux de drainage recueillies des cases de végétation de Grignon, pendant ces deux dernières années.

» De *mars* 1895 à *mars* 1896, les terres maintenues en jachère ont seules donné des eaux de drainage; les terres ensemencées en plantes annuelles, déjà appauvries d'humidité par la végétation elle-même, ont été si profondément asséchées par la température exceptionnelle de l'automne de 1895, particulièrement du mois de septembre, que les pluies d'automne n'ont pu les saturer; on n'a pas recueilli des cases emblavées une seule goutte d'eau de drainage.

» Si l'on calcule pour la surface d'un hectare, on trouve que les eaux d'égouttement des cases en jachère ont entraîné 109^{kg} d'azote nitrique, chiffre analogue à celui de 1893 et de 1894, mais très inférieur à celui de 1892.

» La pluie a été très inégalement répartie pendant l'année agricole *mars* 1896-*mars* 1897 : rare au début, elle est devenue abondante en juin ($82^{\text{mm}},8$), modérée en juillet et août; elle a pris une extrême fréquence en septembre (130^{mm}) et octobre (136^{mm}) et, bien que les mois d'hiver n'aient présenté rien d'exceptionnel, la quantité d'eau mesurée au pluviomètre de

la station agronomique de Grignon s'est élevée, pour l'année entière, à 722^{mm}, dépassant de beaucoup la moyenne comprise entre 500^{mm} et 600^{mm}.

» On a recueilli partout de grandes quantités d'eaux de drainage; celles qui se sont écoulées des terres en jachère ont entraîné, par hectare, 200^{kg} d'azote nitrique; presque doubles de celles des trois années précédentes, ces pertes d'azote sont égales à celles de 1892.

» On avait supposé, à cette époque, que des causes exceptionnelles avaient donné à la nitrification, pendant cette première année d'observations, une énergie qu'elle ne devait plus présenter. La terre, extraite au moment de la construction des cases, exposée à l'air pendant plusieurs mois, était restée, après sa mise en place, très ameublie, très poreuse, et l'on avait attribué à la facile circulation de l'air et de l'eau, dans le sol ainsi préparé, une influence décisive sur l'activité des ferments nitriques.

» Une autre cause, nous le voyons aujourd'hui, avait largement contribué à la formation des nitrates; en 1892, comme en 1896, les pluies d'été ont été abondantes; or, quand le sol, échauffé par les radiations solaires, devient humide, la nitrification s'accélère, et si, d'autre part, les pluies d'hiver et d'automne sont assez copieuses pour laver le sol complètement, les entraînements atteignent les quantités considérables constatées en 1892 et en 1896.

» Il est bien à remarquer que les terres des cases en jachère n'ont reçu depuis quatre ans aucun engrais azoté, et que la quantité de nitrates apparus, qui surpasse les exigences des plus fortes récoltes, est due exclusivement à la transformation des matières azotées du sol.

» Les terres emblavées ont naturellement laissé couler moins d'eau que les terres en jachère. Cependant, comme les pluies ont été particulièrement abondantes à l'arrière-saison, au moment où la transpiration végétale a disparu, les différences sont moindres que celles qu'on observe pendant les années où les pluies tombent sur les récoltes encore sur pied.

» Les eaux de drainage provenant des terres emblavées sont moins chargées de nitrates que celles qui s'écoulent des terres nues; cependant, les deux cases en vignes ont perdu, en moyenne, 60^{kg} d'azote nitrique à l'hectare, bien qu'elles aient fourni une très forte récolte de raisins. Les pieds de vigne ont été plantés à un écartement d'un mètre en tous sens; il y a place entre eux pour une culture dérobée qui réduirait sans doute beaucoup cette déperdition.

» Le blé et l'avoine, retardés par la sécheresse d'avril et de mai, n'ont donné que des récoltes médiocres : $18^{qx},9$ à l'hectare pour le blé, $18^{qx},7$

pour l'avoine; sans culture dérobée après la moisson, l'hectare de blé a perdu par drainage $33^{kg},25$ d'azote nitrique; ensemencé en vesce, $10^{kg},5$ seulement. La perte de l'hectare d'avoine a été de 16^{kg}.

» Quand aux betteraves a succédé immédiatement le blé d'hiver, la perte a été presque nulle; on n'a recueilli en moyenne que 1^{kg} d'azote nitrique par hectare.

» Si l'on fond en une seule moyenne tous les dosages effectués sur les eaux de drainage, pendant l'année mars 1896-mars 1897, qu'elles proviennent des terres nues ou des terres emblavées, on arrive à une perte de 57^{kg} d'azote nitrique par hectare, correspondant à 380^{kg} de nitrate de soude.

» Les terres en jachère formaient le cinquième de la surface en observation; si cette proportion se restreint, les pertes par drainage diminuent; si même l'on suppose, ce qui malheureusement est exceptionnel, que toutes les terres soient emblavées, c'est-à-dire si l'on écarte les dosages afférents aux cases en jachère, la perte se réduit à $20^{kg},7$ par hectare.

» Cette moyenne englobe encore les dosages qui ont porté sur les eaux provenant des deux cases en vigne; si on les exclut du calcul, de façon à le faire porter seulement sur les eaux écoulées des terres ensemencées en plantes annuelles, la perte se réduit à $14^{kg},8$.

» Il est visible que toujours, mais particulièrement pendant les années pluvieuses, le maintien de la jachère entraîne des pertes énormes et que celles que subissent les vignes sont également considérables. Depuis que nous pouvons acquérir des nitrates à bon compte et que les cultures sarclées, permettant de nettoyer le sol, se sont répandues, la jachère n'a plus de raison d'être; elle disparaîtra. Il est utile en outre, d'insister sur l'avantage que présente le semis des cultures intercalaires dans les vignes; elles permettraient de diminuer dans une large mesure les dépenses considérables d'engrais azotés que font actuellement les vignerons.

» Les dosages précédents conduisent encore à une autre conclusion sur laquelle il convient d'insister. Les eaux de drainage des terres emblavées sont infiniment plus pauvres que celles des terres en jachère, et il semble au premier abord que ces différences soient dues aux prélèvements des plantes utilisant les nitrates à la formation de leurs matières azotées. Cette assimilation des nitrates a certainement une part considérable dans la pauvreté en nitrates des eaux qui s'écoulent des terres couvertes de récoltes, mais cette pauvreté est due encore, et il importe de le faire remarquer, à la faiblesse habituelle de la nitrification dans les terres qui portent des plantes

herbacées à évaporation puissante. Admettons, en effet, que tout l'azote, contenu dans l'avoine récoltée des cases, ait été saisi dans le sol sous forme de nitrates, nous trouvons, en calculant à l'hectare, que cet azote pèse 61^{kg}; l'eau de drainage écoulée de ces cases en contenant 16, on a donc pour la quantité totale formée 77^{kg}; en calculant de même pour le blé, nous trouvons 88^{kg}, tandis que les terres en jachère en donnaient 200^{kg}.

» La cause de ces différences considérables est facile à pénétrer. La pluie a été rare, au printemps de 1896, au moment où le blé et l'avoine sont en pleine végétation; la plus grande partie de l'eau tombée a été saisie par les racines du blé ou de l'avoine et rejetée dans l'atmosphère par la transpiration végétale; la faible quantité d'eau restée dans le sol a été insuffisante pour qu'une nitrification énergique pût s'établir.

» Quand la pluie est abondante, elle suffit, au contraire, à entretenir l'évaporation des plantes herbacées et l'activité vitale des ferments; et l'on constate dans les terres emblavées une élaboration de nitrates aussi forte que dans les terres nues. La culture du maïs fourrage en a fourni, en 1896, un très bon exemple; bien qu'on n'eût distribué aucun engrais, on a récolté à l'hectare 70 tonnes de fourrage vert, renfermant environ 174^{kg} d'azote; si l'on y ajoute les 23^{kg} entraînés par les eaux de drainage, on retrouve sensiblement le nombre observé pour l'égouttement des cases en jachère.

» Les terres qui ont porté le maïs fourrage, semé tardivement, sont restées nues au premier printemps, et la pluie, bien que rare, a été suffisante pour provoquer la nitrification; elle s'est maintenue pendant les mois suivants, grâce à l'énorme précipitation de juin, que l'évaporation du maïs n'a pu consommer (¹).

» En résumé, les observations recueillies aux cases de végétation conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° Les quantités d'azote nitrifié dans les terres en jachère, privées d'engrais azotés, s'élèvent, pendant les années humides, à 200^{kg} par hectare représentant 1250^{kg} de nitrate de soude, et dépassent les besoins des récoltes les plus exigeantes.

» 2° Les terres emblavées n'élaborent qu'une quantité de nitrates beaucoup moindre, car l'évaporation formidable des plantes herbacées dessèche le sol trop complètement pour que l'humidité restante suffise à l'entretien

(¹) Le détail des observations se trouve dans le Tome XXIII des *Annales agronomiques*, p. 241.

d'une nitrification énergique. Quand cependant la pluie est très abondante, on obtient, sans engrais azotés, de très bonnes récoltes renfermant une quantité d'azote aussi forte que celle qui a été nitrifiée dans les terres en jachère.

» 3° Presque toutes nos terres présentent un stock énorme de matières azotées; mais ces matières sont tellement inertes que, pour atteindre les hauts rendements, nous sommes contraints d'acquérir à grands frais le nitrate de soude du Chili. Les expériences précédentes démontrent que, si l'action des ferments est favorisée par une humidité suffisante, elle triomphe de l'inertie de l'humus et détermine la formation des nitrates en proportions telles qu'elles assurent à l'alimentation azotée des plus fortes récoltes.

» 4° Si donc, mettant à profit l'admirable disposition topographique de la partie méridionale de notre pays que dominent : au sud, les Pyrénées; à l'est, les Alpes; au nord, le Plateau central, sur lequel se dressent les monts d'Auvergne, on se décidait à utiliser aux arrosages les eaux qui, chaque année, s'écoulent sans profit de ces cimes neigeuses, si l'on construisait de nombreux canaux d'irrigations, on donnerait à la production agricole de cette région un essor prodigieux, car non seulement les plantes seraient bien abreuvées, mais, en outre, elles trouveraient, à portée de leurs racines, le plus puissant des agents de fertilité : le nitrate. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur l'état où se trouvent, dans les fontes et aciers, les éléments autres que le carbone;* par MM. **Ad. Carnot** et **Goutal.**

« Nous nous proposons de continuer ici l'étude de l'état chimique des éléments qui entrent dans la composition des fontes ou des aciers, en nous occupant d'abord des métaux proprement dits, comme le manganèse, le cuivre, le nickel, le chrome, puis des éléments plus rares, qu'en général on range aussi parmi les métaux, le titane, le tungstène, le molybdène.

» *Manganèse.* — Les expériences que nous avons déjà relatées montrent que le manganèse manifeste une affinité particulière pour le soufre et pour le silicium et que, lorsqu'il est en faible proportion dans une fonte, il peut s'y trouver entièrement sous la forme de sulfure ou de siliciure de manganèse. Lorsqu'il est en proportion plus grande, les dissolvants que nous

avons employés pour le fer font disparaître en même temps le manganèse, sans que l'on puisse trouver dans cette expérience aucune raison décisive pour établir, s'il est plutôt en combinaison ou en dissolution dans le fer en excès.

» *Cuivre.* — Le chlorure cupri-potassique ne permet pas d'isoler le cuivre contenu dans un acier; mais on y parvient, au contraire, assez bien par l'emploi d'un acide faible, tel que l'acide chlorhydrique à 5 pour 100, pourvu qu'il soit employé à l'abri de l'air, dans un courant d'acide carbonique, par exemple.

» 2gr d'un acier, que l'analyse a montré renfermer 3,40 pour 100 de cuivre, ont ainsi laissé un résidu de 0gr,066, qui était du cuivre pur. Le cuivre était donc resté intégralement inattaqué, sans retenir de fer, et l'on peut en conclure qu'il se trouvait, sans doute, à l'état de simple dissolution dans le métal.

» *Nickel.* — Le nickel disparaît entièrement sous l'action du réactif cupri-potassique neutre. Il ne nous a pas été possible non plus de le laisser complètement indissous dans un acide faible, même à l'abri de l'air. On arrive cependant, par ce moyen, à n'attaquer que partiellement le métal et l'on trouve alors un résidu formé de nickel métallique exempt de fer, ce qui conduit aux mêmes conclusions que pour le cuivre et probablement pour le manganèse.

» *Chrome.* — Les ferro-chromes à teneur élevée sont d'une attaque fort difficile par les acides; il nous a donc fallu opérer sur des aciers, dont la teneur en chrome ne dépassait pas 2,50 pour 100.

» Ces aciers sont facilement attaquables par l'acide chlorhydrique étendu et froid, à l'abri de l'air, lorsqu'ils sont très carburés; ils résistent bien, au contraire, s'ils ne le sont que faiblement.

» Le chlorure cupri-potassique agit d'une façon toute différente : il laisse insoluble tout le chrome des aciers très carburés et dissout, s'il est un peu concentré, une partie du chrome des aciers renfermant peu de carbone.

» L'examen des résidus insolubles dans ces réactifs montre qu'ils sont composés de chrome, de fer et de carbone. Nos essais ne sont pas encore assez nombreux et les résultats assez nets pour que nous puissions indiquer dès maintenant les proportions des éléments constituants et les formules des combinaisons.

» Nous nous bornerons à dire que le chrome se trouve dans les aciers à l'état de carbures de chrome et de fer.

» *Titane.* — Les ferro-titanes peuvent être attaqués soit par les acides,

soit par le sel cuivrique. Dans les deux cas, le résidu est du titane exempt de fer.

» 2^{gr} d'un ferro-titane à 48,6 pour 100, traités par l'acide chlorhydrique, ont laissé $0^{gr},968$ de titane pur; 5^{gr} d'un acier à 4,62 pour 100 de titane ont laissé $0^{gr},230$ de titane.

» Le titane n'est donc pas combiné et laisse dissoudre entièrement le fer du ferro-titane, sans s'attaquer lui-même.

» *Tungstène.* — L'attaque d'un acier au tungstène par de l'acide chlorhydrique étendu, en chauffant doucement et à l'abri de l'air, laisse comme résidu un composé de fer et de tungstène, dont la composition répond à la formule Fe^3Tu ; il se dissout à peine quelques milligrammes de tungstène.

» Deux échantillons différents ont donné :

	I.	II.		I.	II.
Fer..........	$0^{gr},1300$	$0^{gr},1424$	soit, pour 100,	48,42	48,27
Tungstène....	$0^{gr},1385$	$0^{gr},1526$	»	51,58	51,73

» La formule Fe^3Tu correspond à la composition théorique

Fer..................................	47,73
Tungtène..............................	52,27

» L'attaque par le sel cuivrique provoque la décomposition de cet alliage et donne un résidu de tungstène libre avec un peu d'acide tungstique.

» *Molybdène.* — Les aciers au molybdène, traités par les acides étendus, à l'abri de l'air, abandonnent un résidu composé de fer et de molybdène, dont les proportions répondent exactement à la formule Fe^3Mo^2.

» Nous avons trouvé, en effet, en partant de deux échantillons différents :

	I.	II.		I.	II.
Fer..........	$0^{gr},1470$	$0^{gr},2135$	soit, pour 100,	46,52	46,66
Molybdène....	$0^{gr},1690$	$0^{gr},2441$	»	53,48	53,34

» La formule Fe^3Mo^2 correspond à :

Fer............................	46,67
Molybdène......................	53,33

» Le chlorure de cuivre et de potassium, même bien neutre, ne permet pas de laisser tout le molybdène dans le résidu insoluble.

» *En résumé*, le manganèse, le nickel, le cuivre et le titane paraissent se

trouver simplement dissous dans les aciers; une portion du manganèse peut, d'ailleurs, être à l'état de sulfure ou de siliciure dans les fontes;

» Le chrome forme des composés complexes et peut-être multiples avec le fer et le carbone;

» Le tungstène et le molybdène sont à l'état de combinaisons définies avec le fer, représentées par les formules

$$Fe^3Tu \quad \text{et} \quad Fe^3Mo^2.$$

» Ces éléments, généralement considérés comme des métaux, se comportent donc, dans l'acier, à la façon des métalloïdes, tandis que l'arsenic, au contraire, y joue un rôle analogue à celui des métaux proprement dits. »

PHYSIQUE. — *Sur l'explication d'un résultat expérimental attribué à une déviation magnétique des rayons X*; par Sir G.-G. STOKES.

« Les *Comptes rendus* du 5 juillet 1897 contiennent (p. 17), une Note où M. G. de Metz décrit une expérience dont le résultat, suivant lui, ne peut être expliqué que par l'une ou l'autre de ces deux hypothèses : ou dans un vide extrême les rayons X sont capables de déviation magnétique, ou les rayons cathodiques peuvent traverser la paroi en verre d'un tube de Crookes. Je ne crois pas qu'aucun des termes de cette alternative contienne l'explication exacte, et je demande à l'Académie la permission de lui soumettre ce que j'estime être la théorie vraie du phénomène.

» Tout tend à prouver que les rayons X sont une agitation de l'éther, et l'on peut regarder aujourd'hui comme pratiquement établi que cette agitation est transversale. Si ces rayons sont une agitation de l'éther, supposer qu'ils sont capables de déviation magnétique prête le flanc à de très grandes difficultés théoriques; je ne sache pas d'ailleurs qu'une telle déviation ait été expérimentalement démontrée dans aucun cas. Quant aux soi-disant rayons cathodiques, il me paraît absolument évident que ce ne sont pas du tout de vrais rayons, mais bien des courants de molécules chargées d'électricité, projetés par la cathode. Il y aurait sans doute une grande difficulté dans cette manière de voir si nous étions obligés de supposer ces molécules capables de passer à travers la paroi en verre d'un tube de Crookes, d'autant plus que, Crookes lui-même l'a montré il y a déjà longtemps (¹), les rayons cathodiques sont arrêtés par une mince pellicule de

(¹) CROOKES, *Philosophical Transactions for* 1879, p. 150.

verre, de quartz ou de mica. Mais il n'est nullement nécessaire d'avoir recours à cette supposition pour expliquer les résultats obtenus par M. de Metz. Il me semble évident que les phénomènes qui se présentent dans les hauts degrés de vide sont de la nature de ceux qui ont été étudiés par MM. Spottiswoode et Moulton sous le nom de *relief-effect* (¹). Les deux masses d'air extrêmement raréfié, situées respectivement dans le tube de Crookes et dans le tube cylindrique, constituent les deux armatures d'une bouteille de Leyde, dont le diélectrique est formé par la portion de la paroi du tube de Crookes, limitée au contour du tube cylindrique. A chaque décharge de la bobine d'induction, un torrent de molécules électrisées négativement est projeté contre l'anti-cathode ou la première surface du diélectrique, laquelle communique sa charge, ou une bonne partie de sa charge, soit directement à l'anode, soit, en premier lieu, à quelque autre partie de la surface interne du tube de Crookes. Toute charge momentanée de la première surface du diélectrique agit inductivement sur le contenu du tube cylindrique, et produit réciproquement une décharge entre la seconde surface du diélectrique et le cylindre d'aluminium relié à la terre; et, dans cette phase de décharge réciproque, où la seconde surface agit comme cathode, les molécules sont projetées de cette seconde surface exactement comme de la cathode du tube de Crookes, et elles affectent de même un écran au platinocyanure de baryum.

» Bien que, comme j'en suis pleinement convaincu et comme, j'imagine, le pensent la plupart des physiciens, les rayons cathodiques et les rayons X soient de nature complètement différente, ils sont également capables d'affecter une plaque photographique ou d'exciter la fluorescence d'un écran couvert de platinocyanure de baryum. Cela admis, les résultats obtenus par M. de Metz trouveront une explication très simple. Lorsque l'air à l'intérieur du tube cylindrique était à la pression atmosphérique ou seulement à un degré de vide modéré, la fluorescence observée sur l'écran était due aux rayons X. Car, ainsi que Lenard (²) l'a montré, les rayons cathodiques, à supposer qu'ils existent, seraient promptement arrêtés par l'air et ne pourraient par conséquent atteindre l'écran. En conséquence, les rayons produisant la fluorescence étaient trouvés insensibles à l'aimant. D'autre part, à un vide élevé, les rayons cathodiques, constitués par les molécules que projetait la surface rendue cathode par induction, étaient

---

(¹) SPOTTISWOODE et MOULTON, *Philosophical Transactions for* 1879, p. 177.
(²) LENARD, *Wiedemann's Annalen*, Vol. 51, p. 225; 1894.

capables d'atteindre l'écran; et, comme ils étaient à même d'exciter une fluorescence beaucoup plus intense que les rayons X, l'effet observé était principalement dû aux rayons cathodiques; et, par conséquent, les rayons excitants étaient trouvés susceptibles de déviation par l'aimant.

» En présentant cette explication, je tiens à me garder contre la pensée qui pourrait m'être attribuée d'expliquer de la même façon l'apparition de rayons cathodiques venant de la seconde surface d'une plaque d'aluminium dont la première surface reçoit des rayons cathodiques. Dans ce cas, le processus est probablement plus direct et présente, je suis porté à le penser, quelque analogie avec l'électrolyse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'intoxication par la sueur de l'homme sain.* Note de M. **L. Arloing.**

« Aujourd'hui, on admet généralement la toxicité de la sueur éliminée au cours d'une infection; mais celle de la sueur de l'homme sain est très contestée, en dépit de l'opinion des anciens médecins attribuant à la sécrétion sudorale une action franchement dépurative.

» La question ne pouvait être tranchée qu'en injectant, dans le sang d'animaux convenablement choisis, de la sueur sécrétée par des hommes sains. Probablement en raison des difficultés que l'on éprouve à se procurer de la sueur, elle a été abordée par un très petit nombre d'expérimentateurs. A notre connaissance, Röhrig et Queirolo seuls ont pratiqué des injections de sueur. Le premier, qui n'a fait qu'une seule injection sur le lapin, conclut à l'existence de la toxicité; le second, qui a fait quatorze injections, pense que la sueur des personnes saines n'élimine aucune substance toxique.

» Nous avons cru qu'il était indispensable de reprendre l'étude de ce sujet. Nous avons obtenu les éléments de la sueur par des procédés divers, et de nombreux échantillons de sueur normale, grâce au concours de M. Berthe et de M. le Dr Sonrel. Nos expériences ont donc été fort variées.

» De toutes ces expériences, nous avons conclu catégoriquement à la présence de matières toxiques dans la sueur de l'homme sain. Injectée dans le sang, la sueur entraîne la mort du chien à la dose moyenne de 15^{cc} par kilogramme de poids vif; celle du lapin, à la dose de 25^{cc}, dans un délai de vingt-quatre à soixante-douze heures. Elle peut aussi tuer le cobaye, lorsqu'on l'introduit à dose suffisante dans le péritoine ou dans le tissu

conjonctif sous-cutané. En aucun cas, nous ne sommes encore parvenu à tuer les animaux sur le coup; les injections déterminent toujours une maladie d'une certaine durée.

» La durée de la maladie, la gravité des symptômes, la dose de sueur nécessaire pour amener la mort varient avec les conditions dans lesquelles les glandes sudoripares ont fonctionné. Par exemple, la sueur sécrétée pendant un travail musculaire pénible possède une toxicité dépassant de $\frac{1}{4}$ et même de $\frac{1}{3}$ la toxicité habituelle. De plus, toutes choses étant égales d'ailleurs, les sueurs obtenues par un moyen artificiel de sudation présentent un minimum de toxicité (voir *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séances du 19 décembre 1896 et du 29 mai 1897).

» La toxicité de la sueur normale étant établie, nous tenons à faire connaître les caractères de l'empoisonnement, en prenant pour type de cette description les troubles qui se manifestent sur le chien.

» Règle générale, l'introduction des premières quantités de sueur dans la veine jugulaire provoque une vive agitation, suivie bientôt d'un effet sédatif remarquable, qui se prolonge jusqu'à la fin des injections. Le chien est plongé dans le calme le plus complet, les paupières mi-closes; on le croirait sous l'influence d'un hypnotique; mais il n'en est rien, car il se redresse vivement sur ses pattes dès qu'on lui rend la liberté.

» Il ne tarde pas à être envahi par une profonde tristesse. Des tremblements agitent les principaux groupes musculaires. L'œil est larmoyant. A cette période, la température centrale s'élève notablement, et l'on note des désordres accusés du côté de l'appareil digestif, tels que vomissements répétés, alimentaires d'abord, bilieux ensuite, douleurs abdominales, expulsions diarrhéiques, épreintes, et parfois de légères hémorragies intestinales. La respiration est petite, accélérée. Les battements du cœur, très précipités au début, reprennent pendant quelques heures leur rythme ordinaire, puis s'accélèrent de nouveau et deviennent graduellement de plus en plus faibles. L'artère est molle, dépressible; le pouls est à peine perceptible. Les extrémités se refroidissent. L'animal devient indifférent à tout ce qui l'environne; sa prostration est extrême; sa température centrale tombe au-dessous de la normale; enfin il succombe après avoir offert un tableau symptomatique qui rappelle singulièrement celui qu'entraîne l'administration de quelques toxines microbiennes.

» Quand l'intoxication n'affecte pas le caractère suraigu, la maladie dure plusieurs jours. Les animaux présentent une amélioration au bout de vingt-quatre heures, amélioration éphémère à laquelle succède une

fièvre modérée, de l'inappétence, un dépérissement profond, quelquefois une faiblesse des membres confinant à la paralysie. Dans ce cas, comme dans le précédent, le sujet succombe en hypothermie.

» Si la dose de sueur injectée est moins forte ou le sujet plus résistant, deux cas peuvent se présenter : l'animal guérit complètement, ou bien il tombe insensiblement dans un état cachectique qui l'emporte en l'espace de quinze à trente jours.

» Après ce tableau sommaire de l'intoxication par la sueur, nous tenons à revenir avec plus de détails sur les perturbations capitales. Dans cette Note, nous parlerons des troubles imprimés à la circulation, que nous avons minutieusement étudiés à l'aide de la méthode graphique.

» En arrivant dans le sang, la sueur produit des modifications dont l'intensité varie avec son degré de toxicité ou de concentration. Elles éclatent dix à vingt secondes après le début de l'injection.

» Pendant que se manifestent de l'agitation, des cris et des plaintes, le pouls devient subitement petit et accéléré : de 120 pulsations, il passe à 240 et 300 par minute; simultanément, la pression artérielle s'élève, atteint parfois 200^{mm}, puis descend rapidement au voisinage de 70^{mm}. A voir la chute de la courbe et la petitesse du pouls, on craint pour la vie du sujet, d'autant mieux qu'elles coïncident habituellement avec une respiration irrégulière et superficielle. Chez certains animaux et avec certaines sueurs, ces troubles éclatent moins bruyamment; plus modérés, ils sont plus faciles à observer. Ils sont à leur maximum d'atténuation, lorsqu'on se sert de sueur dont la sécrétion a été artificiellement provoquée après un long repos.

» Cette crise est faible ou nulle après les injections subséquentes. Une fois la crise terminée, la pression se relève graduellement, tout en restant au-dessous de la pression initiale; le cœur se calme et reprend plus d'énergie; si bien qu'une heure ou une heure et demie après, la circulation n'est plus en rapport avec la gravité de la situation.

» Mais si l'on abandonne l'animal à lui-même pendant huit à dix heures, et si l'on explore de nouveau le système artériel avec les appareils graphiques, on constate une chute considérable de la pression artérielle, l'accélération et la faiblesse du pouls. Ainsi, dans une expérience, la pression mesurait 176^{mm} de mercure et le pouls était à 96 avant toute injection; une heure et demie après l'introduction du poison, la pression était descendue à 160^{mm} et le pouls s'était élevé à 120; neuf heures plus tard, la pression était à 110^{mm} et le pouls à 156. Cette modification considérable

de la pression, du pouls et du cœur, coïncide avec la phase de prostration et avec l'établissement d'une vive inflammation et d'une abondante exhalation séro-sanguinolente sur la muqueuse gastro-intestinale, plutôt qu'avec un phénomène vaso-dilatateur général.

» Au plus fort des troubles circulatoires, au moment où le pouls est le plus accéléré, nous avons constaté que l'excitabilité des nerfs modérateurs du cœur est intacte. Le poison sudoral a donc agi principalement sur les centres excito-cardiaques et sur la fibre myocardique.

» Dans une prochaine Note, nous examinerons les troubles subis par d'autres grandes fonctions. »

M. **Berthelot** rappelle qu'on lit ce qui suit dans l'Ouvrage intitulé : *Mappæ clavicula* (recette 265), Recueil de recettes antiques :

« Sudorem equi, quem in dextera parte inter coxas habuerit, sume, et intinge sagittam. Hoc expertum est utiliter. »

« Prenez la sueur du cheval, à droite, entre les côtes; trempez-y une flèche. Ce procédé a été essayé avec succès. »

Peut-être est-il de quelque intérêt de rapprocher ce vieux texte des expériences de M. Arloing.

CHIMIE. — *Sur le vert phtalique ; préparation et constitution.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot.**

« Le nom de vert phtalique a été introduit dans la Science par M. Otto Fischer [1] qui l'a donné à une matière colorante verte obtenue en petites quantités en faisant agir du chlorure de phtalyle sur la diméthylaniline en présence du chlorure de zinc. Ayant cherché à préparer ce vert d'après la méthode de l'auteur et n'en ayant obtenu que des traces, nous avons supposé que la formation de cette matière colorante pouvait bien être due à la présence, dans le chlorure de phtalyle employé, d'un autre corps que ce chlorure. Pour arriver à résoudre la question, nous avons repris l'étude de la réaction du dichlorure de phtalyle du commerce sur le benzène et avons pu constater qu'outre le diphénylphtalide il se formait de petites quan-

---

(1) *Annalen der Chemie*, t. CCVI, p. 112.

tités d'un nouveau composé $C^{20}H^{18}O$. Ce corps, reproduit par différents autres procédés, et en particulier en faisant agir du chlorure d'aluminium sur du tétrachlorure de phtalyle et du benzène, n'est autre chose que de la diphénylanthrone décrite dans une de nos précédentes Communications (¹). La formation de ce corps, aux dépens du dichlorure de phtalyle commercial, était donc due à la présence, dans ce dichlorure, de petites quantités de tétrachlorure dont le point d'ébullition est voisin de celui du dichlorure :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}Cl\\Cl\\Cl\end{array}\right.\\COCl\end{array}\right. + 3C^6H^6 = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}\begin{array}{c}H^5C^6\diagdown\ \ \diagup C^6H^5\\C\end{array}\\CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + 4HCl.$$

» De là à conclure que le vert phtalique pouvait bien avoir une origine semblable, il n'y avait qu'un pas. Nous l'avons en effet obtenu en faisant agir du tétrachlorure de phtalyle fondant à 84°, dissous dans du sulfure de carbone, sur une solution de diméthylaniline et de chlorure d'aluminium dans ce même sulfure.

» La réaction, très vive au début, est terminée au bout de quelques minutes. Le contenu du ballon se dépose en deux couches : une couche supérieure, peu colorée, qu'on enlève par décantation, et une couche inférieure, ayant l'aspect d'un goudron, visqueuse, et qui semble être une combinaison organométallique que l'eau décompose avec formation de la matière colorante cherchée. Pour isoler ce produit, il suffit de reprendre le goudron par 4^{lit} à 5^{lit} d'eau, de porter le mélange à l'ébullition et de filtrer. Par refroidissement, on obtient un dépôt de petites aiguilles ou de feuillets dorés, qu'une seconde cristallisation dans l'eau bouillante permet d'isoler à l'état de pureté.

» Ce produit constitue le *chlorhydrate* de la matière colorante; il peut être obtenu avec un rendement de 60 à 95 pour 100 du poids du tétrachlorure mis en œuvre. La composition du chlorhydrate, desséché à 100°, répond à la formule $C^{32}H^{34}Az^3OCl + H^2O$. Les autres sels se préparent, soit en dissolvant la base dans l'acide, soit en opérant par double décomposition entre le chlorhydrate de la matière colorante et un sel d'argent.

» L'*azotate* $C^{32}H^{34}Az^3OAzO^3$ est un sel très stable et cristallise en paillettes dorées. Il n'est pas hygrométrique comme le chlorhydrate.

» Tous ces sels sont en général peu solubles dans l'eau froide, beaucoup plus dans l'eau bouillante ou dans l'alcool. Ce dernier dissolvant les abandonne par évaporation lente, en cristaux quelquefois assez volumineux. Leurs solutions aqueuses possèdent une nuance très voisine de celle du vert malachite, mais légèrement plus bleue, et virent, comme celles de ce

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 102.

dernier colorant, en jaune orangé par les acides minéraux. Ce changement de coloration est dû à la formation de sels polyacides, cristallisant généralement bien, mais dissociables par l'eau.

» Le *chloroplatinate* $(C^{32}H^{34}Az^{3}OCl + 3HCl)^{2}3PtCl^{4}$ ou $(C^{32}H^{37}Az^{3}OCl)^{2}3PtCl^{6}$ s'obtient cristallisé en beaux feuillets d'un rouge vermillon, quand on précipite une solution chlorhydrique concentrée bouillante du chlorhydrate par un excès de chlorure de platine. Pour l'analyse, on a fait cristalliser le produit dans l'acide chlorhydrique concentré et chaud, puis les cristaux obtenus ont été séchés sous cloche en présence de chaux vive et jusqu'à poids constant. La composition de ce chloroplatinate présente quelque intérêt au point de vue de la constitution de la matière colorante; nous y reviendrons plus tard.

» *Leucobase du vert phtalique* $C^{32}H^{35}Az^{3}O$. — Ce leucodérivé s'obtient en traitant par de la poudre de zinc et de l'acide chlorhydrique, jusqu'à décoloration complète, une solution aqueuse de la matière colorante. Séparée et purifiée par des cristallisations répétées dans le chloroforme ou la benzine, cette base se présente sous la forme de petits prismes brillants, possédant toutes les propriétés de la leucobase du vert phtalique de M. O. Fischer et fondant, comme cette dernière, à 235°-236°.

» Dans une prochaine Communication, nous reviendrons sur le composé étudié par le savant allemand; nous montrerons qu'il est identique avec notre vert, tout en ayant une constitution différente de celle qui lui fut assignée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Marx** adresse une nouvelle rédaction, comprenant l'ensemble de ses Communications précédentes sur l'éther principe universel des forces, l'attraction universelle, l'électricité.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **A. Chalas** adresse une Note intitulée : « Application de l'eau de mer pour l'action des piles électriques primaires, dans la navigation sous-marine. »

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Volumes de l' « Annuaire de l'École Polytechnique

(années 1894, 1895 et 1896) », qui sont adressés par M. *H. Tarry*. (Présenté par M. Chatin.)

M. **Mascart** présente à l'Académie trois nouveaux Volumes des « Annales du Bureau central météorologique » : 1895, I Mémoires, II Observations, III Pluies en France.

M. L. **Troost** fait hommage à l'Académie de la 12e édition de son « Traité élémentaire de Chimie ».

M. **Émile Picard**, en déposant sur le bureau le Tome I d'un Ouvrage sur la « Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les leçons que j'ai faites, cet hiver, à la Sorbonne, sur la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, et que nous avons rédigées, M. Simart et moi. Elles forment le premier Volume d'un Ouvrage que nous nous proposons de publier ensemble sur cette importante et difficile théorie.

» Dans ce premier Tome, on trouvera développées tout d'abord diverses questions préliminaires concernant les intégrales multiples et la Géométrie de situation. Je reprends ensuite mes recherches sur la connexion dans les surfaces algébriques, en insistant particulièrement sur la connexion linéaire et les intégrales de différentielles totales algébriques. Les deux derniers Chapitres sont consacrés à une première étude des nombres invariants introduits par Clebsch et par Noether, et aux intégrales doubles qui s'y rapportent.

» On pensera peut-être que notre tentative est prématurée, et que la théorie des fonctions algébriques de plusieurs variables présente encore trop de lacunes pour pouvoir faire l'objet d'une exposition d'ensemble. Nous savons, certes, combien il y a de questions qu'il ne nous sera pas possible d'approfondir; notre seul but est de donner une idée de l'état actuel de la Science, sur un sujet dont l'étude mérite de tenter l'effort de nombreux chercheurs, et où il y a certainement à faire encore des découvertes importantes.

» Nous nous proposons, dans le Tome II, de compléter divers points qui n'ont été qu'effleurés dans le présent Volume, en particulier, l'étude

de la connexion à deux dimensions. Nous étudierons ensuite quelques classes particulières de surfaces, avec des applications à diverses questions de Calcul intégral; nous comptons aussi faire connaître dans leurs grandes lignes les résultats considérables obtenus, dans ces derniers temps, par MM. Castelnuovo et Enriques, résultats qui ont renouvelé toute une partie de la Théorie des surfaces. »

M. **Hatt** présente à l'Académie l'« Annuaire des Marées des côtes de France pour 1898 ». Ce Volume contient, pour la première fois, le Tableau des hauteurs de la mer d'heure en heure pour Brest. Ces chiffres ont été obtenus avec les constantes harmoniques du port, tandis que ceux qui les précèdent dans les Tableaux des hautes et basses mers sont calculés avec les formules de la Mécanique céleste. La différence d'origine de ces deux séries de chiffres explique quelques divergences, d'ailleurs peu importantes.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie divers documents, extraits de journaux publiés dans l'Inde, concernant le tremblement de terre du 12 juin dernier.

(Renvoi à MM. Michel-Lévy et de Lapparent.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation du problème de la représentation conforme aux variétés à trois dimensions.* Note de M. **Emile Cotton**, présentée par M. Darboux.

« J'ai été conduit, par l'étude de la transformation des équations linéaires aux dérivées partielles, à me poser la question suivante : *Reconnaître s'il est possible de trouver* x_1, x_2, x_3 *en fonction de* y_1, y_2, y_3, *de telle sorte qu'une forme quadratique de différentielles* $f(dx)$ *soit transformable, à un facteur près indépendant des différentielles, en une forme* $\varphi(dy)$ *également donnée.* Une telle transformation conserve les angles *pris par rapport aux formes quadratiques* (voir *Leçons* de M. Darboux, t. II). Nous pourrons donc énoncer le problème précédent de la manière suivante : *Reconnaître s'il est possible d'effectuer une représentation conforme d'une variété à trois dimensions sur une autre.* J'ai réussi à traiter ce problème pour le cas où *l'une des variétés est l'espace euclidien ordinaire,* et c'est la solution de cette question que je me propose d'indiquer ici.

» I. Considérons d'abord le cas où la forme $f(dx)$ ne contient que les carrés des différentielles

$$f(dx) = ds^2 = B_1^2 dx_1^2 + B_2^2 dx_2^2 + B_3 dx_3^2.$$

» Lamé (*Leçons sur les coordonnées curvilignes*) a donné les conditions nécessaires et suffisantes pour que $d\sigma^2 = H_1^2 dx_1^2 + H_2 dx_2^2 + H_3 dx_3^2$ soit, par un changement de variables, réductible à une forme à coefficients constants. Remplaçant, dans les six équations de Lamé, H_1, H_2, H_3 par ρB_1, ρB_2, ρB_3, on a un système de six équations aux dérivées partielles, qui, si elles sont compatibles, donneront le facteur inconnu ρ^2 tel que $\rho^2 ds^2$ soit transformable, par un changement de variables, en $dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2$.

» Ces équations peuvent être résolues par rapport aux dérivées secondes de ρ, et se simplifient si l'on prend comme fonction inconnue $\log\rho = R$. Les dérivées secondes de R s'expriment en fonction des dérivées premières des coefficients du ds^2 et de leurs dérivées. Ce système d'équations aux dérivées partielles en R se rattache à un type connu (voir la Thèse de M. Bourlet). Les conditions de compatibilité s'obtiennent en égalant les diverses valeurs des dérivées troisièmes des R obtenues par dérivation des équations précédentes.

» En posant

$$b_i = \log B_i,$$

$$b_{ik} = \frac{\partial^2 b_l}{\partial x_i \partial x_k} + \frac{\partial^2 b_l}{\partial x_i}\frac{\partial b_l}{\partial x_k} - \frac{\partial b_k}{\partial x_i}\frac{\partial b_l}{\partial x_k} - \frac{\partial b_i}{\partial x_k}\frac{\partial b_l}{\partial x_i} \qquad (i \neq k \neq l),$$

$$a_i = \frac{\partial}{\partial x_k}\left(\frac{1}{B_k}\frac{\partial B_l}{\partial x_k}\right) + \frac{\partial}{\partial x_l}\left(\frac{1}{B_l}\frac{\partial B_k}{\partial x_l}\right) + \frac{1}{B_l^2}\frac{\partial B_k}{\partial x_i}\frac{\partial B_l}{\partial x_i},$$

$$\alpha_h = a_1 B_1 + a_2 B_2 + a_3 B_3 - 2 a_h B_h.$$

» On a d'abord deux équations obtenues en égalant les expressions que l'on peut déduire par permutation circulaire des indices 1, 2, 3 de la suivante :

$$b_{12}\frac{\partial b_3}{\partial x_3} + b_{31}\frac{\partial b_3}{\partial x_2} + \frac{\partial b_{23}}{\partial x_1}.$$

» On a ensuite six autres équations, obtenues en permutant de toutes les manières possibles les indices 1, 2, 3 dans la suivante :

$$\frac{2}{B_2}\frac{\partial B_1}{\partial x_2}a_3 + 2\frac{B_1}{B_3^2}\frac{\partial B_1}{\partial x_3}b_{23} - 2\frac{B_2}{B_1}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{B_1}{B_2}\right)b_{12} + 2\frac{\partial b_{12}}{\partial x_1} - \frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{\alpha_1 B_1}{B_2 B_3}\right) = 0.$$

» Ces conditions, ne donnant pas de nouvelle équation en R, sont bien

nécessaires et suffisantes. Si elles sont satisfaites, R s'obtient par l'intégration d'un système d'équations différentielles ordinaires, et se trouve dépendre *essentiellement* de quatre constantes arbitraires. Ces constantes correspondent aux constantes de l'inversion la plus générale effectuée dans l'espace y, y_2, y_3. R une fois obtenu, les formules de transformation sont celles qui permettent de réaliser l'*application* de la variété $x_1, x_2, x_3, \rho^2 : \rho^2 ds^2$ sur la variété $y_1, y_2, y_3, dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2$. C'est là un problème connu (voir Lamé, *Coordonnées curvilignes*).

» II. Le cas où la forme $f(dx)$ est quelconque se ramène au précédent. On démontre aisément qu'il existe toujours des changements de variables ramenant $f(dx)$ à ne contenir que les carrés des différentielles; en d'autres termes, il existe toujours, dans une variété à trois dimensions, des systèmes triples orthogonaux par rapport à la forme fondamentale. Les équations aux dérivées partielles définissant de tels systèmes se prêtent à l'application des théorèmes de Cauchy, si l'on a ramené, ce qu'il est possible de faire (Darboux, *loco citato*), la forme à ne contenir l'une des différentielles que par son carré.

» Cette remarque faite, pour obtenir les équations auxquelles doit satisfaire ρ pour que $\rho^2 f(dx)$ soit réductible à une forme à coefficients constants, il suffit d'écrire que le covariant de $\rho^2 f(dx)$, désigné par G_4, par M. Christoffel dans le Mémoire cité, s'annule identiquement. On obtient ainsi un système de six équations en $R = \log\rho$, et l'on peut le résoudre par rapport aux dérivées secondes de R. Les conditions d'intégrabilité seront faciles à écrire. Du cas précédent et du fait que toute variété du troisième ordre admet des systèmes triples orthogonaux, il résulte que ces conditions d'intégrabilité n'introduiront pas d'équations nouvelles en R, et se réduiront à des relations entre les coefficients de la forme et de leurs dérivées, qui seront satisfaites identiquement si le problème est possible. Dans ce cas, le facteur ρ et les formules de transformation se déterminent comme précédemment.

» III. En résumé, nous connaissons les opérations à effectuer pour reconnaître si une forme quadratique ternaire de différentielles est réductible à une forme à coefficients constants multipliée par un facteur indépendant des différentielles; et nous savons effectuer cette réduction par l'intégration d'un système complètement intégrable.

» Il semble facile de trouver en Mécanique, par exemple, des applications de ce problème. Pour ce qui concerne la théorie des équations linéaires aux dérivées partielles du deuxième ordre, il donne le moyen

de reconnaître si une équation à trois variables donnée est réductible, par un changement de variables, à une forme où les dérivées secondes aient des coefficients constants. »

OPTIQUE. — *Dispersion rotatoire naturelle du quartz dans l'infra-rouge* ([1]). Note de M. R. Dongier, présentée par M. Lippmann.

« Les mesures ([2]) du pouvoir rotatoire dans l'infra-rouge ayant donné des résultats contradictoires, j'ai repris ces déterminations par un procédé différent et que je crois plus précis.

» Les radiations calorifiques d'un arc électrique, rendues parallèles par un collimateur, sont réfractées par un prisme de spath d'arête parallèle à l'axe, qui sert à la fois de polariseur et d'appareil de dispersion. Elles traversent ensuite un canon de quartz, un analyseur biréfringent et une lentille achromatique. Dans le plan focal de cette lentille, la fente de la pile thermo-électrique différentielle laisse passer la portion du spectre où se concentre le faisceau monochromatique qui a traversé le quartz et l'analyseur perpendiculairement à leurs faces. Les deux moitiés de la pile thermo-électrique reçoivent les deux images séparées qui proviennent du dédoublement opéré par l'analyseur. La déviation galvanométrique obtenue est proportionnelle à la différence y des intensités d'une même radiation dans les deux spectres.

» Les sections principales du polariseur et de l'analyseur étant parallèles, on détermine, à partir de l'extrême infra-rouge, les indices du spath pour les longueurs d'onde $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$, qui correspondent à des déviations nulles du galvanomètre et pour lesquelles les rotations produites par le quartz sont successivement $\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}+\frac{\pi}{2}, \ldots, \frac{\pi}{4}+(n-1)\frac{\pi}{2}$.

» Cette méthode, analogue à celle que M. Carvallo a utilisée dans l'étude de la dispersion de la fluorine ([3]), possède quelques avantages.

» 1° Avec les repères adoptés, on se trouve dans les conditions de plus grande sensibilité. En effet, si la vibration émergente du quartz, pour la longueur d'onde λ, fait

---

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

([2]) Carvallo, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXVI, p. 113; 1892. — Moreau, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXX, p. 133; 1892. — Hupe, *Progr. d. Realschule zu Charlottenburg*, Ostern; 1894.

([3]) Carvallo, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. IV, p. 5.

l'angle α avec la section principale de l'analyseur, la différence des intensités dans les deux spectres est la fraction $i\cos 2\alpha$ de l'intensité i avant l'incidence.

» Dans la dérivée $\frac{dy}{d\lambda} = -2\sin 2\alpha \frac{d\alpha}{d\lambda}$, le coefficient $\sin 2\alpha$ prend la plus grande valeur absolue égale à l'unité pour les valeurs $\alpha = \frac{\pi}{4} + (n-1)\frac{\pi}{2}$, qui correspondent à l'égalité d'intensité dans les deux spectres. La mesure de y, avec une précision égale à Δy, permet d'obtenir la mesure de λ avec une approximation d'autant plus grande que $\Delta\lambda$ est plus faible, c'est-à-dire que $\frac{dy}{d\lambda}$ est plus grand.

» 2° La valeur du pouvoir rotatoire étant donnée, l'erreur expérimentale porte seulement sur la mesure de la longueur d'onde. Dans les méthodes antérieures, sauf celle de M. Hupe, les causes d'erreur portent à la fois sur la mesure du pouvoir rotatoire et sur la mesure de la longueur d'onde.

» 3° Par un réglage convenable des appareils, on obtient le parallélisme des sections principales du polariseur et de l'analyseur; on n'utilise dans une même série d'expériences que les mêmes portions des surfaces du système optique; on évite ainsi les différences d'absorption introduites par les différentes régions de ces surfaces, ainsi que l'influence de leurs imperfections optiques.

» *Résultats.* — J'ai expérimenté avec deux quartz droits, très purs, extraits d'un même échantillon et taillés par M. Jobin. Les épaisseurs, mesurées au Bureau international des Poids et Mesures, sont égales à $60^{mm},755$ et à $27^{mm},059$. L'emploi d'un analyseur en spath pour les longueurs d'onde inférieures à 2^{μ} et d'un analyseur en quartz jusqu'à $2^{\mu},7$, m'a permis d'éviter les perturbations qui seraient dues au dichroïsme [1]. J'ai caractérisé les radiations par leurs indices dans le spath; la précision de la mesure des indices est de 5 unités de la cinquième décimale dans le spectre ordinaire et de 1 unité de la quatrième décimale dans le spectre extraordinaire. J'ai obtenu les longueurs d'onde correspondantes en utilisant les formules de dispersion de M. Carvallo [2].

» Aucune formule de la dispersion rotatoire du quartz, déduite, jusqu'à ce jour, de considérations théoriques, ne convient à la fois pour le spectre visible (résultats de MM. Soret et Sarasin) et pour mes résultats de l'infra-rouge. J'ai modifié la formule de M. Carvallo, $\rho = \frac{11,976n^2 - 21,027}{\lambda^2}$, où n est l'indice ordinaire du quartz, en ajoutant au second membre le terme $\frac{0,3708}{(\lambda - 3,2)^2}$, qui est important dans l'infra-rouge et a peu d'influence dans les faibles longueurs d'onde.

» La formule ainsi modifiée convient pour toute l'étendue du spectre

---

(1) E. Merritt, *Physical Review*, vol. II, p. 424; 1895.

(2) Carvallo, *Annales de l'École Normale* (*Supplément;* 1892).

avec la même approximation que celle de M. Carvallo dans le visible et dans l'ultra-violet.

Longueur d'onde.	Indice extraordinaire du spath.	Indice ordinaire du spath.	Indice ordinaire du quartz.	ρ (¹) calculé.	ρ (¹) observé.	Différence.
μ 2,4 ...	»	1,47446	»	»	1,66	»
1,82 ...	1,63009	»	1,52397	2,243	2,22	0
1,415 ..	1,63682	»	1,52935	3,604	3,70	+0,10
1,19 ...	1,64031	»	1,53227	5,10	5,18	+0,08
1,04 ...	1,64292	»	1,53442	6,708	6,66	−0,04
0,95 ...	1,64494	»	1,5359	8,08	8,14	+0,06
0,875 ..	1,64672	»	1,5372	9,566	9,63	+0,07
0,817 ..	1,64836	»	1,5382	11,17	11,11	−0,06
0,767 ..	1,64997	»	1,53905	12,54	12,59	−0,05

» Les différences entre mes résultats et ceux que M. Carvallo a obtenus jusqu'à 2μ,14 sont de l'ordre des erreurs expérimentales. Les différences entre mes résultats et les mesures de M. Moreau, qui ont été effectuées jusqu'à 1μ,715, sont supérieures aux erreurs expérimentales (²). »

PHYSIQUE. — *Sur la transformation des rayons X par les métaux* (³). Note de M. G. Sagnac, présentée par M. Lippmann.

« 1. Un pinceau de rayons X défini par deux fentes tombe obliquement sur une lame métallique. A quelques millimètres au-dessus de la région du métal frappée par les rayons est disposée une plaque photographique dont la couche sensible est nue et tournée vers le métal. Ce dispositif permet de reconnaître que l'or, l'argent, le zinc, le cuivre, le plomb, l'étain impressionnent à distance la plaque photographique, quand ils sont frappés par les rayons X. L'aluminium se montre inactif.

» 2. Une expérience comparative faite avec deux miroirs du même acier, l'un rugueux et l'autre optiquement poli, montre que le degré de poli de la surface du métal est sans influence. D'ailleurs, la région impressionnée sur la plaque photographique ne correspond pas à la trace d'un faisceau réfléchi par une surface imparfaitement polie; elle est située précisément au-dessus de la partie du métal qui reçoit les rayons X

(¹) ρ est calculé à l'aide de la formule $\rho = \frac{11,976n^2 - 21,027}{\lambda^2} + \frac{0,3708}{(\lambda - 3,2)^2}$.

(²) Voir l'explication de ces écarts dans un Mémoire plus détaillé qui sera inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

(³) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

et qui émet ainsi un *rayonnement* d'intensité maximum suivant le plus court chemin entre le métal frappé et la plaque sensible.

» 3. L'intensité du rayonnement s'affaiblit rapidement, quand l'épaisseur de l'air traversé augmente.

» On le reconnaît en plaçant deux larges lames du même métal à des distances petites et différentes au-dessous de la face sensible d'une plaque et faisant tomber des rayons X sur la face verre de la plaque. L'impression directe des rayons X est renforcée devant les deux lames métalliques, et moins pour la plus éloignée que pour la plus rapprochée. La plupart des métaux, au contact de la couche sensible, donnent un renforcement de l'action photographique comparable à l'action directe des rayons X ([1]). L'action est déjà bien affaiblie quand le métal est à 1^{mm} de la face sensible; au delà de 10^{mm} l'action devient insignifiante.

» 4. Une lame de mica ou d'aluminium de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur arrête déjà presque complètement les rayons des métaux. Une simple feuille de papier noir les affaiblit beaucoup, et inégalement d'un métal à l'autre : ainsi les rayons du cuivre traversent le papier noir mieux que les rayons de l'étain.

» 5. Ces rayons des métaux tombant sur l'aluminium lui donnent la propriété d'impressionner une plaque photographique, tandis que les rayons X ne peuvent pas exciter directement l'aluminium.

» 6. Les propriétés indiquées distinguent suffisamment les rayons actuels des rayons X incidents. On ne peut même pas dire qu'une partie spéciale des rayons X ait été diffusée par le métal. Il s'agit d'une véritable *transformation des rayons* X, d'une sorte de *luminescence du métal*.

» 7. En comparant des feuilles minces d'un même métal sous diverses épaisseurs, on reconnaît que l'émission des nouveaux rayons a son siège dans une couche superficielle de quelques centièmes de millimètre d'épaisseur.

» 8. La différence d'activité de deux métaux varie avec le mode de fonctionnement du tube de Crookes. En particulier, l'action du zinc est favorisée par rapport à celle du plomb, si le tube est amené à donner des rayons X traversant mal les tissus de la main.

» 9. Il y a donc dans le faisceau des rayons X incidents une partie qui excite plus spécialement la luminescence de tel ou tel métal. Par suite, le faisceau transmis par une mince feuille métallique ne possède pas la même composition que le faisceau des rayons X incidents.

» 10. La transparence apparente d'un système de feuilles minces de métaux différents dépend de l'ordre dans lequel on superpose les métaux. On constate, en effet, que le système : (cuivre, étain) paraît plus opaque que le système : (étain, cuivre). Ce résultat est très général; le système : (étain, papier noir) se montre notablement plus opaque que le système : (papier noir, étain). Les épaisseurs employées sont comparables au centième de millimètre.

» *Conclusions.* — I. Les différents métaux exercent sur les rayons X une

([1]) Ce renforcement a été signalé dès le début par M. Röntgen.

absorption élective. En même temps, la couche superficielle du métal émet de nouveaux rayons bien plus difficilement transmis que les rayons X par le mica, l'aluminium, le papier noir et l'air lui-même. Ces nouveaux rayons sont transformés eux-mêmes par l'aluminium.

» II. On est conduit naturellement à penser que les nouveaux rayons, absorbés par la couche de gaz adjacente au métal, rendent ce gaz conducteur de l'électricité au même titre que les rayons X, incidents eux-mêmes. Cette remarque paraît justifiée. Les métaux suivants : *zinc, plomb, étain, aluminium* se rangent dans l'ordre indiqué, au point de vue de l'intensité de leur luminescence; or, c'est là précisément l'ordre de vitesse de décharge de ces métaux quand les rayons X les frappent directement. L'aluminium n'est pas sensiblement luminescent sous l'influence des rayons X, et l'on sait qu'il ne joue aucun rôle spécial dans le phénomène de la décharge.

» J'ai déjà montré que l'action directe des rayons X sur le gaz [1] paraît liée à la luminescence du gaz. La luminescence du métal frappé par les rayons X permet d'expliquer, d'autre part, le rôle joué par le métal dans la décharge du conducteur électrisé.

» III. A un point de vue plus général, la luminescence des métaux frappés par les rayons X fournit une nouvelle série de radiations. Pour se procurer d'autres radiations, on pourra étudier la luminescence de diverses substances frappées par les rayons X et transformer à leur tour ces radiations en leur faisant exciter de nouvelles luminescences, comme il arrive pour l'aluminium frappé par les rayons d'un autre métal. On pressent ainsi que l'on parviendra à remplir peu à peu l'intervalle inoccupé qui sépare les rayons X des rayons ultra-violets connus et à les identifier peut-être avec de tels rayons. »

PHYSIQUE. — *Sur le voile photographique en radiographie.* Note de M. **P. Villard** [2], présentée par M. J. Violle.

« Les épreuves radiographiques présentent souvent un aspect voilé, surtout quand il s'agit d'objets épais : on admet volontiers que ce résultat est produit par des rayons X de nature particulière, capables de traverser presque tous les corps sans absorption notable.

---

(1) *Comptes rendus* du 19 juillet.
(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» Sans faire d'hypothèse sur la composition du rayonnement émis par un tube de Crookes en activité, je crois que l'explication précédente est loin d'être exacte; les expériences suivantes paraissent établir que le voile n'est nullement dû à l'action de rayons X ayant traversé les objets à radiographier.

» I. Sur une plaque sensible entourée de papier noir, est placée une large barre de fer plate, de 6^{mm} d'épaisseur; sur celle-ci, et en croix, est posée une seconde barre de même épaisseur. Sur chacune des barres ont été déposés de petits objets en cuivre ou en argent épais. Au-dessus du tout, à 25^{cm} environ, est installé un tube de Crookes capable de donner des radiographies d'une grande netteté. Après une pose de trois minutes, le cliché est développé et donne les résultats suivants :

» Sous la barre au contact du papier noir, pas trace d'impression; sous la barre placée à 6^{mm} au-dessus de la plaque, impression grise très marquée; il semble que cette barre se soit montrée transparente aux rayons X; il n'en est rien cependant, car les objets situés sur cette barre n'ont pas donné de silhouettes, et d'ailleurs la première barre, de même épaisseur que la seconde, s'est montrée parfaitement opaque pour la pose adoptée. Si l'on intervertit les barres, le résultat reste le même : il y a toujours un voile sous celle qui n'est pas au contact du papier renfermant la plaque sensible.

» II. Une plaque sensible est enfermée dans du papier noir ou du carton, au-dessus sont disposés les objets suivants :

» 1° Une plaque de cuivre de 1^{mm} d'épaisseur, placée au contact du papier, et sur laquelle est posée une pièce de monnaie en or;

» 2° Une seconde plaque, pareille à la première, mais maintenue à 15^{mm} au-dessus de la glace sensible; au-dessous, sur le papier, sont deux pièces d'or; sur la plaque de cuivre, directement au-dessus de l'une des pièces, se trouve une pièce de cinq francs, en argent, et, un peu plus loin, une pièce d'or;

» 3° Une plaque de cuivre disposée comme la précédente, mais garnie latéralement de quatre plaques verticales formant avec elle comme le couvercle d'une boîte rectangulaire, et servant d'écrans.

» Sur chaque pièce de monnaie est posé un petit écrou épais, en bronze; cette précaution permettra de s'assurer ultérieurement que les pièces n'ont pas été traversées par les rayons X.

» Le tout est soumis pendant cinq à six minutes à l'action du tube de Crookes employé précédemment, et voici ce que l'on observe :

» 1° La plaque de cuivre au contact du papier a été traversée par les rayons X, la pièce d'or s'est montrée opaque et son image n'est pas voilée;

» 2° La seconde plaque a été également traversée; il semble même qu'elle soit beaucoup plus transparente près des bords qu'au centre; mais, tandis que la pièce d'or placée au-dessous d'elle, sur le papier, donne une image exempte de voile, les pièces placées sur la plaque semblent avoir été franchement traversées par les rayons X; leurs silhouettes sont grises et se distinguent à peine du fond qui les entoure. L'image de la pièce d'or placée directement sous la pièce de cinq francs est bien visible, mais

elle est très confuse. Cependant aucune des pièces n'a été réellement traversée, car les objets placés au-dessus n'ont pas donné de silhouettes.

» L'emploi d'un tube peu résistant ne modifie pas sensiblement le phénomène. Les choses se passent encore de même si l'on règle l'interrupteur de manière à affaiblir le rayonnement du tube au point qu'il soit nécessaire de porter à une demi-heure la durée de la pose, ou encore si les rayons X ont préalablement traversé une lame absorbante en cuivre mince.

» 3° La troisième plaque a donné au contraire des silhouettes exemptes de voile, et l'on ne peut trouver trace de l'image de la pièce d'or placée sous la pièce de cinq francs.

» Le résultat est identique, même en portant au maximum la résistance du tube de Crookes.

» III. L'expérience précédente a été répétée, avec les deux premières lames seulement, les objets à radiographier étant disposés dans un vase en cuivre mince contenant de l'eau jusqu'au niveau de la lame supérieure : le résultat a été le même que précédemment; il convient seulement de remarquer que les rayons qui ont produit le voile ont traversé la lame de cuivre formant le fond du vase.

» On peut conclure de ce qui précède que le voile, au moins dans beaucoup de cas, n'est nullement dû à des rayons ayant traversé tous les obstacles, car il se produit sous des objets réellement opaques, et l'addition d'écrans latéraux suffit à le faire disparaître. L'image confuse donnée par une pièce d'or placée à 15^{mm} au-dessous d'une pièce de cinq francs ne peut provenir des rayons directs, et d'ailleurs elle disparaît aussi par l'addition d'écrans. Cette image n'est pas due non plus au rayonnement fourni par les parois du tube, celui-ci étant amplement masqué par la pièce supérieure et la lame de cuivre. Il semble donc que l'impression parasite observée ait pour cause une sorte de fluorescence de l'air ambiant, ou de l'eau; et, dans ces conditions, on conçoit que la radiographie d'un thorax, par exemple, présente de sérieuses difficultés.

» Les expériences de M. Röntgen, dont M. Raveau a communiqué les résultats à la Société française de Physique, ne laissent subsister aucun doute relativement à la dissémination des rayons X par l'air; la conclusion précédente est d'ailleurs conforme à celle que M. Sagnac, dans une Note très récente, déduit de ses recherches sur la propagation de ces mêmes rayons. »

PHYSIQUE. — *Actions des rayons X sur la temperature des animaux.* Note de M. L. Lecercle, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« Nous avons soumis aux rayons X le train postérieur de plusieurs lapins dont les poils avaient été enlevés, et nous avons déterminé les tempéra-

tures cutanée et rectale : 1° avant l'exposition aux rayons, 2° immédiatement après, 3° une demi-heure après.

» Les rayons X étaient fournis par le modèle primitif du tube en forme de poire, excité par une bobine dont le circuit primaire, d'une résistance de $\frac{1}{4}$ d'ohm, était traversé par un courant de 52 ampères, fourni par l'usine centrale de Montpellier avec six accumulateurs en dérivation.

» Le fond du tube était à $0^{m},10$ de la peau. Une toile métallique en communication avec le sol les séparait.

» Nous rapportons ici les observations faites sur deux lapins :

Femelle de $3^{kg},250$.

	Températures rectales.			Températures cutanées.		
	Avant.	Immédiatement après.	Demi-heure après.	Avant.	Immédiatement après.	Demi-heure après.
1re expérience...	39	38,8	39	36,9	36,6	37,1
2e expérience...	38,9	38,9	39	36,3	36,3	36,6
3e expérience...	38,7	38,7	38,9	36,1	35,7	36,8
4e expérience...	38,7	38,6	38,8	36,7	36,9	36,9
Moyennes...	38,8	38,7	38,9	36,5	36,4	36,8

Lapin de $3^{kg},060$.

	Températures rectales.			Températures cutanées.		
	Avant.	Immédiatement après.	Demi-heure après.	Avant.	Immédiatement après.	Demi-heure après.
1re expérience...	37,7	37,5	37,9	35,4	35,3	35,4
2e expérience...	37,6	37,5	38,1	35,2	35	35,2
3e expérience...	37,8	37,8	38,7	36,1	35,4	36,8
4e expérience...	37,7	37,4	37,9	35,9	35,2	36,1
Moyennes...	37,7	37,5	38,1	35,6	35,2	35,9

» Ainsi l'exposition aux rayons X modifie les températures cutanée et rectale dans le même sens. Sous leur influence, ces deux températures baissent d'abord, pour se relever ensuite au-dessus du degré initial. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les aciers au nickel. Dilatations aux températures élevées; résistance électrique.* Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume.**

« *Transformations magnétiques et dilatations.* — On sait, depuis les recherches de M. J. Hopkinson, que le passage de l'état non magnétique à

l'état magnétique dans les aciers au nickel irréversibles est accompagné d'un changement de volume. Il était intéressant de rechercher si un phénomène analogue se produit dans les alliages réversibles, ce que j'ai fait en mesurant la dilatation de quelques-uns de ces alliages, à travers la transformation magnétique, jusqu'à des températures élevées.

» Je me suis servi, dans cette recherche, de la méthode des dilatations relatives sous la forme suivante :

» Une barre de laiton, munie à l'une de ses extrémités d'une petite réglette à biseau portant une division, est fixée par l'autre extrémité, au moyen d'une forte vis, à la barre dont on veut connaître la dilatation. La réglette empiète sur la barre qui porte, en regard de la division, un trait servant d'index. Les deux barres sont libres de se dilater, et leurs changements relatifs de longueur sont donnés par le mouvement de la réglette devant l'index. Les barres sont introduites dans une chaudière verticale en laiton, remplie d'huile et munie d'un agitateur et d'un thermomètre. La chaudière, entourée d'un manchon d'air, est placée sur un fourneau à gaz. On lit, à l'aide d'un micromètre, les déplacements relatifs de l'index et de la division. Pour la plupart des règles, les mesures ont été poussées jusqu'à 220°.

» Cet appareil conduit à des résultats bien inférieurs en précision à ceux que fournit le comparateur; il semble cependant donner, pour la valeur des coefficients de dilatation, des résultats exacts à $\frac{1}{200}$ près.

» Ces mesures ont montré que les lois des dilatations déterminées au comparateur entre 0° et 38° se conservent sans changement notable jusqu'à une température comprise dans la région de transformation magnétique. A partir de là, la dilatation augmente rapidement jusqu'à une deuxième température au-dessus de laquelle elle redevient à peu près constante, mais avec une valeur supérieure à celle qu'elle possédait au-dessous de la transformation. La ligne représentative des allongements en fonction de la température se compose donc de deux segments de lignes à peu près droites reliées par une courbe à forte concavité supérieure.

» Pour les alliages à 39,4 et 44,4 pour 100, dont la transformation s'effectue à des températures élevées, je n'ai pas pu atteindre le point où la loi des dilatations se modifie. Les formules établies par les expériences au comparateur pour la dilatation de ces alliages donnent, par extrapolation, des valeurs correctes jusqu'à 220°.

» J'indiquerai à titre d'exemple quelques-unes des formules établies pour les alliages dont la transformation magnétique s'opère dans les limites de mes mesures :

Alliages.	Limites.	Coefficients vrais à T°.
30,4 %	de 0° à 110°	$4,570 + 0,0235\ T$
»	110 à 164	$8,60 + 0,104\ (T - 110)$
»	164 à 220	$12,60 + 0,008\ (T - 164)$
31,4	0 à 122	$3,395 + 0,0150\ T$
»	122 à 182	$5,25 + 0,128\ (T - 122)$
»	182 à 220	$13,00 + 0,036\ (T - 182)$
34,6	0 à 142	$1,373 + 0,00474\ T$
»	142 à 220	$2,05 + 0,065\ (T - 142)$

» L'alliage à 37,5 pour 100 se transforme à une température plus élevée. Cependant, cet alliage montre déjà, pour les températures atteintes dans les mesures, une petite modification dans la loi des dilatations. On peut en effet représenter le coefficient de dilatation entre 0° et 220° par les deux formules suivantes :

Alliages.	Limites.	Coefficients vrais à T°.
37,5 %	de 0° à 150°	$3,457 - 0,0129\ T$
»	150 à 220	$2,37 + 0,0011\ (T - 150)$

» Les alliages les moins dilatables, réservés pour des expériences de durée, n'ont pu être chauffés à des températures élevées; mais on peut conclure, par analogie, qu'ils ne commencent à éprouver une variation sensible dans la loi de leur dilatation qu'à partir de 180° environ.

» *Résistance électrique.* — La résistance spécifique de ces alliages est élevée. Elle est généralement comprise entre 80 et 90 microhms-centimètres, et varie peu d'un alliage à l'autre. La résistance varie régulièrement avec la température même pendant la transformation magnétique. J'ai mesuré avec soin, et pour un grand nombre de températures, la résistance de plusieurs alliages entre 20° et 150°. Les uns sortaient de la transformation aux températures les plus basses des mesures. Pour d'autres, la transformation était entièrement comprise dans l'intervalle des expériences. D'autres enfin commençaient à se transformer un peu au-dessus de la température extrême. Pour tous ces alliages, la résistance a pu être représentée, dans tout l'intervalle dans lequel j'ai opéré, par une fonction du deuxième degré dont le deuxième terme est très petit.

» Les alliages les moins dilatables varient plus que les alliages très dilatables.

» Voici les résultats trouvés pour quelques alliages :

Alliages.	Coefficients moyens de la variation entre 0° et T°.
22 Ni + 3 Cr	$(784 - 0,13T)10^{-6}$
26,2	$(844 + 0,01T)$ »
28,7	$(700 - 0,20T)$ »
30,8	$(897 - 0,43T)$ »
35,0	$(1561 - 1,69T)$ »
35,7	$(1611 - 1,68T)$ »

» Le recuit diminue légèrement la résistance de ces alliages, contrairement à ce qui a lieu pour la plupart des métaux étudiés jusqu'ici.

» On voit, en résumé, que les variations magnétiques des aciers au nickel réversibles entraînent des changements de volume également réversibles (aux petites déformations résiduelles près), tandis que la résistance électrique de ces alliages semble complètement indépendante de ces derniers changements.

» Les aciers au nickel nous donnent donc une nouvelle preuve du fait que la variation de résistance électrique avec la température ne saurait être considérée comme une simple conséquence de la dilatation. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de lignes du carbone dans les sels fondus.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. Friedel.

« Voici les longueurs d'onde des raies formant le spectre de lignes du carbone, tel que je l'ai reconnu et mesuré dans les carbonates fondus, en le produisant au moyen du dispositif décrit dans la précédente séance.

» On a mis en regard les nombres d'Angström et Thalén [1] et ceux de MM. Eder et Valenta [2], obtenus avec le carbone libre : les premiers, par l'observation directe, les seconds, par la photographie. Toutes ces valeurs ont été rapportées au spectre normal de Rowland. Les chiffres qui les accompagnent dans les colonnes *i* représentent les intensités des raies pour 12 = max.

---

(1) Nombres ayant subi la correction de Rowland (*Nova Acta Upsal.*, t. IX; 1875).
(2) *Denkschr. Kais. Akad. Wiss.*, LX Bd. Wien; 1893.

	Carbone libre.				Carbonates fondus.				
					A. de Gramont.				
	Angstrom et Thalén.	i.	Eder et Valenta.	i.		i.		$N = \frac{1}{\lambda}$.	Différences.
C_α	658,40	10	658,42	1	»	»	Non vue	151,83	
	657,85	12	657,87	1	657,85	7	Très bien marquée	151,96	
	569,51	6	Non photographiées		»	»	Non vue	175,57	
Gr. I	566,19	6			566,22	3	Facilement visible	176,54	
	564,75	8			564,86	3	Facilement visible	176,98	0,44
	563,96	2			564,10	2,5	Facilement visible	177,20	0,22
	538,00	2	537,98	1	537,99	5	Assez bien marquée	185,83	8,63
Gr. II	515,14	5	515,12	1	515,16	7	Très bien marquée	194,07	8,24
	514,50	6	514,49	1	514,46	7	Très bien marquée	194,31	0,24
	513,38	3	513,37	1	513,29	7	Très bien marquée	194,73	0,42
	Non vue	»	455,63	1	»	»	Non vue	219,41	
C_β	426,66	10	426,75	4	426,70	9	Forte, très large et diffuse	234,26	

» Le doublet rouge, appelé généralement C_α, et considéré par Angström et Thalén comme de première importance, est contesté, quant à l'origine, par Eder et Valenta, qui se demandent s'il est bien dû au carbone, et l'ont noté comme de faible intensité. Plusieurs auteurs, observant avec une faible dispersion, ont pris, pour sa composante la moins réfrangible, la raie de l'hydrogène H_α 657,3. Il était donc nécessaire d'étudier cette partie du spectre avec un soin tout particulier. J'ai fait usage pour cela d'un spectroscope très dispersif du système Thollon à quatre prismes (¹), du modèle décrit et figuré dans les *Leçons de Physique générale* de MM. Chappuis et Berget (t. II, p. 130). Cet appareil, appartenant au Laboratoire des Recherches physiques, m'avait été obligeamment prêté par M. Lippmann. Avec le carbone pur comme avec les carbonates fondus, et en employant une fente très étroite, donnant les raies du sodium presque filiformes, cet instrument ne m'a permis de voir qu'une seule raie très bien marquée, un peu diffuse, non dédoublable, et correspondant bien à la plus réfrangible du doublet d'Angström, avec une valeur précise de 657,85 (R^d), pour H_α 657,30 (Ames) et Li 670,82 (Kayser et Runge), le pointé réticulaire des trois raies étant mesuré dans le même spectre, en tours et fractions de tour de la vis micrométrique de l'appareil. Je n'ai, d'autre part, jamais pu arriver à faire apparaître la raie 658,4, en faisant cependant varier toutes les conditions expérimentales : condensation, différence de potentiel, milieu gazeux, corps employés, sécheresse absolue et absence complète d'hydrogène. D'ailleurs, même avec le spectroscope ordinaire à vision directe, 658,4 eut paru parfaitement distincte de 657,85 et distante de celle-ci de plus de 0^{div},5 de l'échelle. Chaque fois que j'ai cru la voir, j'ai reconnu mon erreur, due au vacillement de l'étincelle, et je me suis assuré qu'elle ne se produisait plus avec une image fixe de celle-ci, projetée sur la fente par une lentille condensatrice.

» La raie 569,5(?) a paru faible, fugitive, rarement et irrégulièrement visible, et indépendamment des autres raies du même spectre. N'ayant pu la produire à volonté et ne l'ayant jamais observée avec le graphite dans l'hydrogène, je ne l'ai pas fait figurer dans mes observations. Peut-être serait-ce une raie non signalée de l'air?

(¹) THOLLON, *Comptes rendus*, t. LXXXVI; 1878, p. 329 et 595.

» Le groupe que j'ai désigné par I est formé de trois raies peu intenses, à peu près égales, mais facilement visibles, bien qu'elles n'aient pas été photographiées par MM. Eder et Valenta. Je les ai toujours vues dans toutes les conditions où le spectre du carbone se produisait, et là seulement.

» Tous les auteurs ont bien attribué au carbone la raie 537,99 et le groupe II formé de trois raies assez brillantes et à peu près aussi vives que la raie rouge C_α. Quant à 455,63 de MM. Eder et Valenta, je n'ai jamais réussi à la faire apparaître. Avec les sels fondus, on pourrait, à première vue, prendre pour cette raie 455,27 du platine, due parfois aux spatules.

» Enfin C_β 426,70 est la ligne la plus forte et la plus caractéristique du carbone, la seule pouvant offrir un caractère analytique. Elle s'élargit énormément par l'accroissement de la condensation, jusqu'à devenir comme une bande nébuleuse sur les bords; aussi les mesures ont-elles été faites avec une seule jarre.

» La dernière colonne du Tableau contient les inverses $\left(N = \frac{1}{\lambda}\right)$ des longueurs d'onde; ces valeurs sont proportionnelles aux nombres de vibrations. En examinant leurs différences successives, on verra les raies composantes des groupes I et II, à peu de chose près symétriquement réparties de part et d'autre de la raie intermédiaire 537,97 ($N = 185,83$).

» Les carbonates de potassium, de sodium et principalement de lithium ont surtout servi à ces mesures; mais on a aussi observé le spectre du carbone dans les cyanures, les sulfocyanures et même avec les sulfocarbonates, au-dessous de leur température de décomposition. A froid et dans l'hydrogène, j'ai réussi, en faisant éclater une étincelle très courte et très condensée entre deux perles de K^2CO^3 solidifiées sur deux fils de platine iridié, à observer passagèrement C_α, C_β et le groupe II (¹). »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Relation entre la polymérisation des corps liquides et leur pouvoir dissociant sur les électrolytes.* Note de M. **Paul Dutoit** et de Mlle **E. Aston**, présentée par M. Friedel.

« D'après les recherches nombreuses qui ont été effectuées jusqu'à présent sur la conductibilité électrique des liquides, les corps hydroxylés tels que l'eau, les alcools et acides de la série grasse, l'acide nitrique, etc. sont seuls susceptibles de donner des solutions fortement conductrices. Or, d'après les mesures effectuées par MM. Ramsay et Shields, par la méthode

(¹) Travail fait au Laboratoire de recherches de Chimie organique de M. Friedel, à la Sorbonne.

des ascensions capillaires, ces corps hydroxylés sont polymérisés à l'état liquide, résultat qui est confirmé par un ensemble de propriétés signalées au cours de divers travaux antérieurs ([1]).

» Nous nous sommes demandé s'il n'y avait pas une relation nécessaire entre la polymérisation du dissolvant et la dissociation électrolytique; de telle sorte que cette dernière ne puisse se produire que lorsqu'on emploie des dissolvants polymérisés. Pour résoudre la question, nous avons entrepris des mesures de conductibilités électriques sur un certain nombre de dissolvants qui, soit par la méthode des ascensions capillaires, soit par leurs autres propriétés, doivent être certainement considérés comme des liquides polymérisés. Ce sont le propionitrile, l'acétone, la méthyléthylcétone, la méthylpropylcétone et le nitroéthane.

» Ces expériences, dont nous résumons ici les principaux résultats, ont jusqu'à présent pleinement confirmé notre hypothèse.

» *Propionitrile* (point d'ébullition : 94°,5-95°,5, sous la pression de 730mm). — Nous avons étudié les solutions des électrolytes suivants : acides benzoïque, salicylique, cinnamique, acétique, trichloracétique, CAzS.K, CAzS.AzH^4, HgCl^2, AgAzO^3, NaBr, C^{6}H^{4}OH.CO^{2}Li, C^{6}H^4.OH.CO^{2}Na, CdBr^2, CdI^2, Ni(AzO^3)^2, COCl^2, CO(AzO^3)^2. Voici, comme exemple, quelques séries de mesures, effectuées à 20°.

CAzS.NH^4......	Dilution................ $\nu=$	126,7	253,4	506,8			
	Conductibilité moléculaire $\mu=$	41,03	55,99	66,72			
HgCl^2..........	$\nu=$	8	16	32	64	128	
	$\mu=$	1,05	1,86	3,40	6,67	(11,3)	
AgAzO^3........	$\nu=$	8	16	32	64	128	256
	$\mu=$	14,21	18,79	23,76	28,95	34,42	38,86
NaBr...........	$\nu=$	2048					
	$\mu=$	62,43					
C^{6}H^4.OH.CO^{2}Li.	$\nu=$	16	32	64	128		
	$\mu=$	4,50	5,39	6,23	6,41		
CdI^2..........	$\nu=$	64	128	256	512		
	$\mu=$	15,9	17,0	19,1	(19,2)?		
CdBr^2..........	$\nu=$	384					
	$\mu=$	16,2					

(1) Ph. A.-Guye, *Arch. phys. nat.*, t. XXXI, p. 164. — *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIII, p. 34. — Voir aussi Traube, *Berichte*, t. XXX, p. 265.

» *Acétone* (¹) (point d'ébullition : 55°,15-55°,20, sous la pression de 725mm). — Mêmes électrolytes que dans le propionitrile. Exemples : solutions de salicylate de soude et d'iodure de cadmium, étudiées à 20° :

CdI^2	$\nu =$	4	8	16	32	64	128	256
	$\mu =$	10,4	11,7	11,4	11,5	11,6	11,9	12,0
$C^7H^5O^3Na$	$\nu =$	64	128	256	512	1024		
	$\mu =$	9,56	13,21	17,31	25,51	32,52		

» *Méthyléthylcétone* (point d'ébullition : 77°,5-78°,2, sous la pression de 730mm). — Mêmes électrolytes que dans le propionitrile. Exemples :

$HgCl^2$	$\nu =$	16	32	
	$\mu =$	0,435	0,711	
$SCAz.AzH^4$	$\nu =$	31,75	63,5	94,75
	$\mu =$	13,8	17,4	19,7
$C^7H^5O^3.Na$	$\nu =$	192	384	
	$\mu =$	6,2	8,1	
CdI^2	$\nu =$	64	128	
	$\mu =$	5,58	(5,48)	

» *Méthylpropylcétone* (point d'ébullition : 99°,5-101°, sous la pression de 725mm). — Mêmes électrolytes que dans le propionitrile.

$SCAz.AzH^4$	$\nu =$	190	380	760
	$\mu =$	9,21	10,93	(13,64)
CdI^2	$\nu =$	64	128	
	$\mu =$	2,13	1,55	
$C^7H^5O^3.Na$	$\nu =$	192		
	$\mu =$	2,66		

» *Nitroéthane*. — En raison de la difficulté d'obtenir ce corps, à l'état pur, en quantité suffisante, nous avons été obligés de nous borner, pour le moment, à des mesures qualitatives. Nous avons constaté que les électrolytes solubles dans le nitroéthane donnent des solutions fortement conductrices.

» Si l'on rapproche des expériences ci-dessus les très faibles conductibilités constatées par M. Kablukoff (²) pour des solutions d'acide chlor-

---

(¹) Au cours de ces recherches, il a paru un Mémoire de M. Carrara (*Gazz. chim. ital.*, t. XXVII, p. 207) sur les conductibilités électriques, à 25°, de solutions acétoniques, ce qui nous a permis de restreindre nos propres recherches relatives à ce dissolvant.

(²) Kablukoff, *Zeit. phys. Ch.*, t. IV, p. 429.

hydrique dans l'éther, le benzène, le xylène et l'hexane, et par nous-mêmes pour des solutions de divers électrolytes dans le chlorobenzène, l'iodure d'éthyle, le bromure d'éthylène et l'acétate d'amyle, liquides non polymérisés, on peut conclure qu'il existe bien une relation générale entre la polymérisation du dissolvant et son pouvoir dissociant; l'exemple du propionitrile prouve en outre qu'il n'est pas nécessaire que le dissolvant soit un corps hydroxylé, ou même oxygéné, ainsi que divers auteurs (1) paraissent l'admettre (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau groupe d'amidines.* Note de M. **Fernand Mutteleт**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note j'ai décrit la préparation de composés répondant à la formule générale

```
                     R
                    /
         /\   /Az/
        |  |      \
        |  |       >C.C⁶H⁵,
        |  |      //
 AzO²/   \/  \Az
```

dans laquelle R est un radical gras ou aromatique.

» Ces différents composés ont été réduits par l'étain et l'acide chlorhydrique, de la façon suivante :

» Le composé nitré (10 parties) est chauffé avec de l'acide chlorhydrique concentré (50 parties) et de l'étain (15 parties) que l'on ajoute peu à peu. Quand l'addition de l'étain est terminée, on porte au bouillon jusqu'à dissolution complète et incolore. On sépare l'excès de métal par décantation et l'excès d'acide par évaporation. On reprend par l'eau chaude, on élimine l'étain par l'hydrogène sulfuré et, dans la liqueur filtrée, on isole la base par précipitation ammoniacale.

» 1. R *est représenté par le radical phényle* C^6H^5. — Le produit, précipité par l'ammoniaque, rapidement filtré, cristallise dans l'alcool fort en aiguilles brillantes pf : 191° et dans l'alcool étendu en écailles brillantes fondant à 191°. Ce produit se diazote et se copule avec les sulfonaphtols pour donner des matières colorantes; il

(1) Voir entre autres sur ce sujet : Bruhl, *Zeit. phys. Ch.*, t. XVIII, p. 514.

(2) Université de Genève, laboratoire de M. Guye.

possède donc un groupe AzH^2 d'amine primaire. L'analyse donne les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $AzH^2.C^6H^3 \langle {Az(C^6H^5) \atop Az} \rangle C.C^6H^5$.
C....................	79,89 pour 100	80,00 pour 100
H....................	5,34 »	5,26 »
Az....................	14,76 »	14,73 »

» **2.** R *est représenté par le radical p-tolyle* $C^6H^4.CH^3$. — On obtient par précipitation ammoniacale un produit cristallisant dans l'alcool étendu en écailles brillantes fondant à 193° et répondant à la formule $C^{20}H^{17}Az^3$.

» **3.** R *est représenté par le radical o-totyle* $C^6H^4.CH^3$. — L'ammoniaque précipite une substance cristallisant de l'alcool en longues aiguilles minces fondant à 145-146° auxquelles la combustion donne la formule $C^{20}H^{17}Az^3$.

» **4.** R *est représenté par le radical* β-*naphtyle* $C^{10}H^7$. — La précipitation par l'ammoniaque fournit un produit très soluble dans l'alcool étendu chaud et qui s'en dépose par refroidissement en longues aiguilles filiformes fondant à 165-166°, mais se solidifiant presque aussitôt pour ne fondre ensuite qu'à 195°. D'autre part, le même produit, fondant à 165-166°, repris par le benzène, donne une substance grenue cristalline fondant à 195°. L'analyse de cette substance grenue (point de fusion : 195°) lui assigne la formule $C^{23}H^{17}Az^3$.

» La réduction des autres anhydrides est à l'étude.

» A côté de ce groupe de corps auxquels la combustion et les propriétés assignent la formule générale

$$AzH^2.C^6H^3 \langle {Az(R) \atop Az} \rangle C.C^6H^5$$

j'ai obtenu, dans deux cas, des substances que les résultats de l'analyse permettent de considérer comme des hydrates des bases précédentes.

» **1** *bis*. R *est représenté par le radical phényle* C^6H^5. — Si la précipitation ammoniacale s'effectue en solution concentrée et avec élévation de température, le produit obtenu cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles fines brillantes fondant à 172-173°. La substance se diazote et se copule avec les sulfonaphtols : elle possède donc un groupe AzH^2. La combustion donne les résultats suivants :

C........ 75,77 pour 100 H........ 5,39 pour 100

qui correspondent à la formule d'un hydrate à une molécule d'eau du produit fondant à 191°.

» 4 *bis*. R *est représenté par le radical* β-*naphtyle*. — Le produit fondant à 165-166° contient

C........ 80,42 pour 100 H........ 5,53 pour 100

ce qui correspond à un hydrate à une demi-molécule d'eau du produit fondant à 195° (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé de dosage de l'acétylène, applicable aux carbures de la forme* $R - C \equiv C - H$. Note de M. Chavastelon.

« Dans une précédente Communication (²) j'ai établi expérimentalement que l'action de l'acétylène sur une solution aqueuse ou alcoolique d'azotate d'argent en excès avait lieu d'après l'équation

$$C^2H^2 + 3AzO^3Ag = C^2Ag^2.AzO^3Ag + 2AzO^3H$$

relation confirmée par M. Arth (³).

» Si donc on met en présence un excès de la solution argentique et l'acétylène, soit seul, soit en mélange avec d'autres gaz ne réagissant pas sur l'azotate d'argent et non acides, du poids de l'acide azotique mis en liberté on pourra déduire le poids ou le volume de l'acétylène entré en réaction.

» On aura tous les éléments du calcul si l'on connaît : 1° le volume, la température et la pression de l'acétylène ou du mélange gazeux; 2° le volume et l'acidité de la liqueur à la fin de l'expérience. L'usage de l'eudiomètre à absorption de M. Raoult (⁴) conduit facilement à ce résultat.

» Si le volume gazeux dont on dispose est assez grand, on remplit, par déplacement, l'eudiomètre placé horizontalement.

» Dans le cas contraire, on relie par des caoutchoucs à vide son extrémité effilée avec la douille de la cloche renfermant le ou les gaz, en intercalant un tube en T, destiné à établir la communication avec une trompe à mercure.

» Une fois le vide obtenu, il est facile de remplir l'appareil à la pression et à la température du moment.

» Cela fait, l'eudiomètre étant vertical, on verse dans l'entonnoir supérieur la solu-

---

(¹) Juillet 1897. — Laboratoire de Technologie de l'École municipale de Physique et de Chimie de Paris.

(²) Voir *Comptes rendus*, 14 juin 1897.

(³) Voir *Comptes rendus*, 28 juin 1897.

(⁴) Voir *Comptes rendus*, 1876; p. 844.

tion d'azotate d'argent; 20^cc d'une solution à 10 pour 100 suffisent toujours pour un eudiomètre de 60^cc de capacité. On tourne le robinet supérieur, et une portion du réactif pénètre dans l'espace gradué; l'absorption qui se produit facilite l'introduction du reste. On agite et l'on ajoute de l'eau distillée tant qu'il y a aspiration.

» On note le volume total du liquide contenu dans l'appareil et l'on y dose l'acide azotique libre.

» Le dosage de l'acétylène est ainsi ramené à un dosage acidimétrique.

» Le procédé est applicable aux carbures de la forme

$$R - C \equiv C - H$$

pour lesquels la réaction est

$$R - C \equiv C - H + 2AzO^3Ag = R - C \equiv C - Ag.AzO^3Ag + AzO^3H. »$$

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le dosage de la chaux, de l'alumine et du fer dans les phosphates minéraux.* Note de M. L. Lindet, présentée par M. Aimé Girard.

« L'attention des chimistes agricoles a été bien souvent appelée sur le rôle que jouent l'alumine et l'oxyde de fer dans la rétrogradation des superphosphates, et sur la difficulté que présente le dosage de ces deux éléments dans les phosphates commerciaux. Les nombreuses méthodes qui ont été proposées pour effectuer ce dosage sont d'une manipulation délicate, et beaucoup d'entre elles conduisent à des résultats incertains; elles ont été d'ailleurs, de la part de M. Lasne, l'objet d'un examen critique (1), qui me dispense d'en donner ici la description et d'en signaler les inconvénients. Le dosage de la chaux s'opère, en général, sur les liqueurs dont on a séparé le fer et l'alumine; son exactitude dépend donc des procédés auxquels il vient d'être fait allusion.

» La méthode la plus répandue pour le dosage de l'acide phosphorique consiste à précipiter celui-ci à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, en présence d'une grande quantité de citrate d'ammoniaque, qui retient en dissolution la chaux, l'alumine, les oxydes de fer, de manganèse, etc. Pour séparer ensuite ces oxydes des liqueurs filtrées il est nécessaire de détruire l'acide citrique, soit par une évaporation, qui n'a jamais lieu sans soubresauts, et une calcination du résidu, qui est toujours longue; soit

(1) Lasne, *Bull. Soc. chim.*, 1896, p. 118, 148, 237.

par une oxydation de ce résidu au moyen de l'acide nitrique fumant ou d'un mélange de nitrate et de chlorure de potassium. Ces oxydations sont en général incomplètes, de telle sorte que le fer et l'alumine restent malgré tout dissous en présence de l'ammoniaque.

» J'ai pensé que l'on pourrait, avec avantage, utiliser, pour la destruction de cet acide citrique, l'élégante réaction qui a été récemment indiquée par M. Villiers (1), c'est-à-dire l'oxydation des matières organiques par l'acide nitrique en présence d'un sel de manganèse. Cette réaction en effet, peut, dans la circonstance actuelle, fournir un résultat complet.

» L'opération doit être conduite de la manière suivante :

» Les liqueurs ammoniacales, dont le phosphate ammoniaco-magnésien a été séparé, sont saturées par l'acide nitrique, puis additionnées de $0^{gr},5$ de sulfate ou de nitrate de manganèse, et d'environ 50^{cc} d'acide nitrique pour 20^{gr} d'acide citrique. Le mélange, placé dans une fiole, est chauffé doucement, et l'attaque se poursuit pendant l'évaporation du liquide; on ajoute de l'acide nitrique, chaque fois que cette attaque se ralentit, ce dont il est facile de s'apercevoir en éloignant du feu le liquide en ébullition; quand une nouvelle addition d'acide ne détermine plus de dégagements gazeux, on peut être assuré que tout l'acide citrique est détruit, et qu'il ne s'opposera plus à la précipitation du fer et de l'alumine par l'ammoniaque. Le précipité est recueilli puis redissous, et l'on sépare, au moyen des procédés ordinaires, le fer et l'alumine du manganèse.

» Le chlorure de vanadium (dichlorure de vanadyle, $VaOCl^2$) peut, avec avantage, être substitué aux sels de manganèse.

» Son action est beaucoup plus énergique et $0^{gr},1$ suffit pour oxyder rapidement 20^{gr} d'acide citrique. L'hypovanadate d'ammonium, précipité en même temps que l'oxyde de fer et l'alumine, est insoluble dans les conditions de l'expérience, surtout en présence de l'ammoniaque en excès. Au lieu de chercher à le séparer du fer et de l'alumine on peut retrancher, du poids du précipité calciné, le poids d'oxyde de vanadium ajouté, et pour cela il suffit de faire usage d'une solution de chlorure de vanadium à 1 pour 100, que l'on titre en précipitant par l'ammoniaque 10^{cc} de la liqueur, en présence d'une quantité déterminée de sesquioxyde de fer.

» Que l'on ait employé les sels de manganèse ou les sels de vanadium à la destruction de l'acide citrique, il est facile, dans les liqueurs dont on a séparé le fer et l'alumine, de doser la chaux par les procédés ordinaires. »

---

(1) VILLIERS, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1349.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'absorption d'oxygène dans la casse du vin.* Note de M. J. Laborde, présentée par M. Duclaux.

« Dans une Note précédente sur la *casse* du vin (1), j'ai montré que la diastase oxydante qui provoque cette altération a pour source principale la pourriture du raisin due au développement parasitaire du *Botrytis cinerea* : le fait a été confirmé ultérieurement en Italie (2).

» En poursuivant mes recherches sur ce sujet, j'ai étudié l'action de l'oxydase dont il s'agit, ainsi que les effets de la pasteurisation et de l'acide sulfureux sur les vins cassables.

» En faisant barboter un grand nombre de fois un volume d'air connu dans 500^{cc} de vin, j'ai trouvé que ce volume diminuait pendant un certain temps, quatre à huit jours, au bout duquel l'absorption s'arrêtait assez brusquement. A la fin de l'expérience, l'analyse des gaz de l'appareil indiquait les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit. On a obtenu, par exemple, les chiffres suivants avec trois vins différents :

Échantillons.	Oxygène absorbé par litre.	Acide carbonique produit par litre.	Rapport $\frac{CO^2}{O}$.
	cc	cc	
N° 1........	50,8	32,4	0,63
N° 2........	81,0	38,0	0,47
N° 3........	110,2	63,8	0,58

» Dans la casse du vin, non seulement la matière colorante est oxydée, mais certains éléments du vin subissent une véritable combustion. Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est variable avec la nature du vin en restant toujours inférieur à 1. Avec des vins très malades, la production de CO^2 est très importante au début, et diminue ensuite plus vite que l'absorption d'oxygène.

» Le rôle chimique de l'oxydase du vin peut donc se rapprocher de celui de la laccase ajoutée à un vin sain, comme dans une expérience de M. Bertrand, qui a provoqué ainsi les effets de la casse (3).

(1) *Comptes rendus,* 14 décembre 1896.

(2) V. Peglion, *Intorbidamento o casse dei vini* (*Bolletino della Società degli Agricoltori Italiani,* Anno II, n° 3).

(3) *Annales agronomiques,* t. XXII; 1896.

» On obtient des résultats tout à fait identiques à ceux fournis par les vins se cassant naturellement, en mélangeant à un vin sain un liquide diastasifère issu du *Botrytis cinerea*.

» Si l'on remarque l'importance des quantités d'oxygène absorbées par un vin qui se casse, on voit qu'on ne peut expliquer cette altération par la seule présence du fer, comme l'a proposé dernièrement M. Lagatu (1); en effet, la production abondante de CO^2 ne s'expliquerait pas, et la dose maxima de fer contenu dans un vin n'exigerait que 10^{cc} d'oxygène, pour passer du minimum au maximum d'oxydation, au lieu de 110^{cc} comme dans l'expérience ci-dessus.

» Si l'on expose le liquide diastasifère seul à l'action de l'air, on trouve les résultats suivants :

Oxygène absorbé par litre.	Acide carbonique produit par litre.
$49^{cc},6$	$13^{cc},8$

» C'est la même réaction qu'avec un vin cassable, avec une production de CO^2 plus faible. Le liquide n'avait pas changé d'aspect, mais il ne donnait plus la coloration bleue intense caractéristique avec la teinture de gaïac qu'il fournissait au début de l'expérience ; toutes ses autres propriétés oxydantes avaient également disparu. On constate le même affaiblissement progressif avec l'oxydase du vin, quand on met en solution dans l'eau le précipité obtenu par l'alcool et contenant, comme on sait, une partie de la substance active. Une certaine quantité d'oxydase, qu'elle provienne du *Botrytis* ou du vin, ne peut donc absorber qu'une quantité limitée d'oxygène ; ses propriétés s'atténuent au fur et à mesure jusqu'à épuisement, probablement parce qu'elle subit une combustion de ses propres éléments.

» Quand on étudie l'action de la chaleur sur les vins qui se cassent, il est difficile de fixer une température précise à laquelle l'oxydase perdra toute activité ; car, comme pour les autres diastases, cette température dépend des principaux facteurs suivants : quantité de diastase, nature du milieu, durée de l'action.

» Toutefois, la chaleur l'affaiblit progressivement, comme le montre

(1) *Comptes rendus,* 21 juin 1897.

l'expérience suivante faite sur un vin susceptible de se casser fortement :

	Oxygène absorbé par litre.
	cc
Témoin non chauffé	99,6
Vin chauffé à 60°	49,4
» 65°	31,8
» 70°	28,6
» 75°	21,8

» Dans les conditions de cette expérience, qui étaient celles du chauffage en bouteilles, la température de 60° n'a pas été suffisante pour détruire toute l'activité de l'oxydase, car une quantité notable d'oxygène a été absorbée et le vin se cassait encore quoique plus faiblement. A partir de 65°, le vin ne se troublait plus sensiblement et l'absorption d'oxygène a continué à diminuer; à 75° l'absorption s'est faite comme dans un vin sain.

» Dans le traitement de la casse par l'acide sulfureux préconisé par M. Bouffard, bien que la matière colorante ne se précipite plus, le vin absorbe des quantités d'oxygène aussi importantes qu'avant d'être traité. Ainsi, deux vins de la première expérience, les n°s 1 et 3, ont donné les résultats suivants, après addition de $0^{gr},05$ de SO^2 par litre :

Échantillons.	Oxygène absorbé par litre.	Acide carbonique produit par litre.
N° 1	$52^{cc},8$	$37^{cc},6$
N° 3	$107^{cc},0$	$68^{cc},6$

» L'absorption de l'oxygène est donc restée ce qu'elle était en l'absence de SO^2; la production de CO^2 paraît être seulement un peu plus grande. Ces volumes d'oxygène sont très supérieurs à ce qu'il faudrait pour oxyder l'acide sulfureux introduit; celui-ci n'exigerait, en effet, que 9^{cc} en supposant qu'il fût entièrement transformé; or, on constate, à la fin de l'expérience, que le vin contient encore une certaine quantité de SO^2, variant entre 5^{mgr} et 15^{mgr} par litre.

» L'avidité de l'acide sulfureux pour l'oxygène paraît donc inférieure à celle de l'oxydase, et celle-ci épuise son pouvoir absorbant et oxydant avant que tout l'acide sulfureux n'ait disparu.

» Ce fait semble indiquer que l'efficacité incontestable de l'acide sulfureux dans le traitement de la casse n'est due ni à son oxydabilité, ni à son action destructive des propriétés de l'oxydase. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influences exercées par les états pathologiques des générateurs sur la constitution des descendants.* Note de M. A. Charrin, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Depuis quatre ans j'ai pu observer un certain nombre d'enfants issus de mères atteintes, pendant les derniers mois de leur grossesse, de différentes infections : syphilis, rhumatisme articulaire aigu, diphtérie, influenza, oreillons, phlegmon, érysipèle, pneumonie, pleurésie, tuberculose, etc.

» J'ai vu très rarement, chez le nouveau-né, se développer la maladie même dont la mère était affectée, mais j'ai constaté souvent des lésions ou des troubles fonctionnels différents de la maladie maternelle mais causés par cette maladie.

» J'ai enregistré un cas de syphilis rapidement mortelle, caractérisé par des ulcérations cutanées, de la sclérose du foie, des décollements épiphysaires, etc. Ce qui était particulièrement digne de remarque, c'était l'intensité, l'étendue des dégénérescences muqueuse et fibreuse du placenta. L'altération du filtre placentaire avait-elle facilité le passage de l'agent pathogène?

» J'ai vu, d'autre part, une femme souffrant d'arthropathies multiples, mobiles, fébriles, qui furent modifiées par le salicylate de soude; elle donna naissance à un garçon qui avait également des gonflements péri-articulaires au niveau des deux articulations tibio-tarsiennes; l'administration d'un peu d'antipyrine les améliora. La mère et l'enfant ont guéri.

» Pour les autres infections, je n'ai jamais constaté l'hérédité directe.

» Tantôt les rejetons sont nés à terme avec toutes les apparences de la santé; tantôt il y a eu avortements, morts prématurées; enfin, j'ai réussi à déceler des anomalies avec une fréquence plus grande, au moins dans mes cas, que chez les enfants issus de parents normaux.

» D'une manière générale, quand ces enfants de femmes infectées naissent à terme, leur poids est inférieur au poids moyen des rejetons de mères parfaitement saines; les difformités, les malformations sont chez eux moins exceptionnelles : becs-de-lièvre, pieds-bots et autres anomalies qui rappellent ces monstruosités que M. Gley et moi avons obtenues expérimentalement chez les animaux intoxiqués par les produits microbiens.

» La croissance s'opère moins régulièrement, mais promptement; au lieu des augmentations quotidiennes de 25 à 40^{gr}, on constate que l'accroissement du poids ne dépasse pas 20^{gr} et que, même, il peut être nul.

» Les enfants libres de toute hérédité morbide, placés dans un calorimètre spécial du Professeur d'Arsonval, rayonnent environ 8 à 9^{Cal}, en un temps qui varie de quarante à soixante minutes; introduits dans ce même calorimètre, les rejetons de mères infectées habituellement ne dégagent, dans le même temps, que 7, 6, 4^{Cal}.

» Les urines de ces enfants sont ordinairement plus toxiques que celles des nouveau-nés normaux.

» Injectées dans les veines du lapin, aux doses considérables de 100 à 180^{gr} par kilogramme, les urines des sujets nés de parents sains produisent parfois la mort; l'animal qui n'a pas été tué sur le coup survit souvent définitivement.

» Les urines des nourrissons nés de parents malades, fréquemment moins pauvres en urée et en matières colorantes, provoquent parfois la mort immédiate quand on les injecte dans les veines du lapin à une dose voisine de 90^{gr} par kilogramme; et, si l'animal ne succombe pas immédiatement, sa survie est, dans nombre de cas, limitée : il meurt au bout de quelque temps.

» Ces données relatives au poids, à la croissance, au rayonnement, à la toxicité, à la composition des urines, varient avec l'âge, avec les semaines; les enfants choisis avaient, le plus souvent, de un à six mois : pour établir ces comparaisons, il convient de tenir compte de ce facteur.

» Quant à l'alimentation, elle a uniquement consisté en lait de femme ou en lait stérilisé; les enfants normaux, les témoins, pour ainsi dire, de nos expériences, ont été pris fréquemment parmi les fils ou les filles des nourrices qui allaitaient en même temps et leur enfant et les nouveau-nés issus des femmes malades; la qualité des aliments a donc été identique. — Les doses ingérées ont oscillé entre 600^{gr} et 800^{gr}, le défaut de croissance tenant souvent, du moins en apparence, non à l'insuffisance de cette alimentation, mais à des métamorphoses digestives imparfaites, à une absorption incomplète; il existe, à ce point de vue, plusieurs types de mauvaise nutrition.

» A ces troubles, soit physiques, soit fonctionnels, permettant de distinguer les organismes marqués héréditairement, il convient d'en ajouter d'autres, de nature anatomique.

» Quand ces sujets anomaux succombent, il n'est pas exceptionnel de ne découvrir aucune altération viscérale appréciable; par contre, j'ai réussi à déceler de la congestion des reins, un écartement excessif des travées du foie, une infiltration du parenchyme hépatique par de la graisse, etc. — Ces enfants n'ayant jamais pris que du lait, élément qui n'a passé, à aucune époque, pour un générateur de pareilles détériorations, aucune cause acquise ne semble être intervenue; il est donc nécessaire, à moins d'admettre un agent mystérieux, de remonter aux parents : la mère seule était soumise à notre observation.

» Par quels procédés l'influence maternelle parvient-elle à réaliser ces

désordres? Pour répondre à cette question, on est contraint de quitter le terrain solide des faits acquis pour risquer quelques hypothèses. — Il est permis de supposer que ces dégénérescences sont dues aux toxines, dont l'existence, à la fin de la grossesse, résulte de l'évolution même du mal; l'expérimentation proclame à la fois leur passage au travers du placenta, leurs aptitudes à créer de semblables lésions. — Il se peut aussi que ces principes aient altéré les cellules maternelles, les cellules de la génération comme les autres; or, les tissus des nourrissons que nous avons étudiés dérivaient de ces cellules débilitées, et des éléments ainsi affaiblis sont impuissants à engendrer des parenchymes résistants; voilà pourquoi ces parenchymes ont évolué dans un sens pathologique, surtout au niveau des zones où, dans le foie précisément, l'activité vitale a exigé des efforts. — La toxicité urinaire augmentée prouve, d'ailleurs, que les plasmas, chez ces enfants à ascendants contaminés, contiennent plus de poisons que les humeurs des autres; ces poisons, en outre, même lorsqu'ils dérivent des cellules de l'économie (acides urique, lactique, urates, etc.), peuvent engendrer des lésions de tissus, abaisser la résistance aux parasites de l'infection, etc.; dès lors, on trouve dans ces données qui, à l'exemple des autres explications, ne manquent pas de bases positives, de nouveaux motifs propres à révéler la genèse des anomalies constatées.

» Quoi qu'il en soit, ces recherches (la syphilis, peut-être quelques autres virus mis à part) tendent à établir que l'hérédité directe est chose rare, sans doute parce que, dans nombre de cas, le placenta plus épargné que dans la vérole retient mieux les germes, sans doute aussi pour d'autres raisons : résistance du fœtus, état bactéricide de ses humeurs vis-à-vis de certains microbes, etc.

» Ces recherches tendent, en outre, à substituer, aux mots vagues de *conditions du terrain*, des données précises, montrant que, si les agents pathogènes évoluent plus volontiers dans des organismes déterminés, c'est qu'en partie par voie d'hérédité ces organismes ne ressemblent pas aux organismes qui procèdent d'ascendants indemnes de toute tare. — L'infection au premier rang, à côté d'elle, ainsi que je l'ai vérifié, des affections non bactériennes, des auto-intoxications, des dyscrasies sanguines, des cachexies cardiaques, une sénilité physiologique précoce, etc., exercent sur la descendance des influences telles que les rejetons diffèrent des autres nouveau-nés et par l'état statique et par l'état dynamique, et par les attributs fonctionnels des cellules, et par la composition chimique des humeurs, et par la structure anatomique des tissus : dès lors, on conçoit

que les qualités des plasmas de ces organismes considérés comme milieux de culture, que leurs réactions défensives, etc., en présence des bactéries, conduisent à des résultats défectueux. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Étude bactériologique de l'ambre gris.* Note de M. H. BEAUREGARD, présentée par M. Bouchard.

« J'ai montré antérieurement, en collaboration avec le regretté professeur Georges Pouchet, que l'ambre gris est un calcul intestinal qui se développe et siège dans le rectum du Cachalot.

» Ce calcul, composé de cristaux d'ambréine mélangés à une plus ou moins grande quantité de pigment noir provenant de la paroi rectale, renferme en outre des débris stercoraux. Quand il est frais, c'est-à-dire quand il vient d'être extrait du rectum par les pêcheurs, il est de consistance assez molle, et son parfum est rien moins qu'agréable en raison du relent stercoral prononcé qui domine. Mais après plusieurs années de conservation en boîte de fer blanc *closes*, et pendant lesquelles il perd peu de son poids, il se débarrasse progressivement de ce relent stercoral et garde seulement un parfum très délicat, *sui generis*, qui lui donne une telle valeur commerciale qu'avant même d'être parvenu au point où il peut être immédiatement utilisé en parfumerie il atteint déjà le prix considérable de 3000fr à 7000fr le kilogramme suivant son état. On n'a jamais expliqué comment se fait la disparition des matières stercorales et de leur odeur; on a parlé de dessiccation lente; mais s'il s'agissait seulement de perte d'eau, on aurait depuis longtemps imaginé un moyen de dessiccation rapide, dans le vide ou autrement, qui permettrait de ne point immobiliser pendant de longues années un capital considérable. Les observations que je vais relater me paraissent pouvoir aider à la solution de ce problème.

» Désirant faire l'étude bactériologique de l'ambre gris, j'ai eu la bonne fortune de trouver dans M. Klotz, propriétaire de la parfumerie Pinaud, un précieux collaborateur qui voulut bien mettre à ma disposition un rare spécimen de cette substance.

» J'avais eu l'occasion, en 1895, de décrire, devant la Société de Biologie, un morceau d'ambre pesant près de 8kg et formé, comme le sont ces calculs quand ils atteignent un grand volume, de plusieurs noyaux ayant chacun un certain nombre de couches concentriques enveloppantes, et repris ensemble dans une masse commune.

» C'est sur un de ces noyaux, que je fus autorisé à briser moi-même, que j'ai fait, suivant les règles, des prélèvements que j'ai, séance tenante, portés sur divers milieux de culture généralement employés dans les laboratoires (gélatine peptone, gélose, bouillon de bœuf peptone, sérum de bœuf gélatinisé).

» Sur six tubes ensemencés de la sorte, j'ai obtenu deux tubes fertiles : un tube de gélose et un tube de bouillon.

» Les recherches que j'ai poursuivies sur ces cultures m'ont amené à trouver un microbe morphologiquement très semblable au bacille du choléra asiatique, mais qui n'en a pas tous les caractères biologiques. Il ne possède pas non plus les caractères des microbes du même genre (*Spirillum* de Finkler, *Sp. sputigenum*), jusqu'ici trouvés dans l'intestin des animaux terrestres; c'est toutefois un *Spirillum* voisin de ceux que je viens de désigner et pour lequel je propose le nom de *Spirillum recti Physeteris*.

» En voici les caractères généraux :

» Très polymorphe, ce *Spirillum* présente, selon les milieux de culture, l'apparence de bâtonnets dont les dimensions en longueur varient de $1^{\mu},4$ à $4^{\mu},2$ sur $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},8$ d'épaisseur, ou l'apparence de spires. Ces bâtonnets, très mobiles, sont très abondants dans les cultures jeunes sur gélose, où ils sont accompagnés de formes ovoïdes courtes, d'éléments en croissant et de quelques rares bacilles ondulés et tendant à la forme *Spirillum*.

» C'est surtout dans les cultures en bouillon que la forme *Spirillum* se développe considérablement, les bâtonnets droits disparaissant presque complètement. A côté des spires de deux ou trois tours qu'on y trouve abondamment, on rencontre de nombreuses formes en croissant très fermé, parfois complètement circulaires.

» Il n'y a du reste aucun doute que ces formes appartiennent bien à la même espèce, car il suffit de cultiver sur gélose le *Spirillum*, pris dans le bouillon, pour obtenir de nouveau la forme en bâtonnet à l'exclusion presque complète des *Spirillum*. Sous le rapport du polymorphisme, le *Spirillum recti Physeteris* est donc tout à fait comparable à celui du choléra.

» Il se colore bien par les couleurs d'aniline qui font apparaître autour de chaque élément une coque hyaline formée d'une substance à déterminer qui donne, en tous cas, aux cultures sur milieux solides une consistance toute particulière rappelant par son élasticité les mucosités épaisses, filantes et élastiques.

» Il ne prend pas le Gram; je n'ai pu encore, par les méthodes connues, mettre les cils en évidence; il ne donne pas la réaction de l'indol (rouge choléra) et ne produit pas la fermentation lactique.

» Sa température d'élection paraît être aux environs de 37°; à 22°, sur la gélatine, il se développe très lentement et liquéfie le milieu au bout de près de huit jours en formant une cupule qui ne s'étend à la piqûre que très lentement.

» Il cultive très bien sur gélose à 37°, ou en bouillon; dans ce dernier milieu, il produit un trouble en même temps qu'une pellicule en surface, et présente, quand on agite lentement le bouillon par un mouvement circulaire, un caractère typique qu'il doit évidemment à la substance élastique qui entoure chaque élément. On voit, en effet, la pellicule disparaître, le bouillon s'éclaircir et en même temps se former comme une mèche blanche onduleuse qui part du fond du tube et s'allonge dans toute la hauteur du bouillon.

» Sans insister davantage sur ces caractères que je développerai dans un

Mémoire spécial, lorsque j'aurai complété mes recherches, je désire appeler l'attention sur les considérations générales suivantes :

» 1° L'existence de ce microbe (et ce n'est probablement pas le seul) dans l'ambre gris vient à l'appui de l'opinion qui considère les calculs comme ayant une origine microbienne.

» 2° L'existence de ce microbe vivant dans un calcul dont l'âge, depuis son extraction du rectum du Cachalot, peut être évalué au minimum à quatre ans, laisse supposer, ou bien qu'il possède une forme susceptible d'une longue survivance, ou bien qu'il trouve dans l'ambre un milieu de culture propice. Je penche pour cette seconde hypothèse, et, dans ce cas, il se pourrait que les microbes jouassent un rôle important dans la destruction des matières stercorales qui accompagnent l'ambréine. C'est probablement à cette destruction lente opérée par les microbes que le calcul doit de perdre, au bout d'un long temps, son relent stercoral, et de pouvoir manifester le parfum délicat pour lequel il est si recherché.

» 3° Enfin, l'existence d'un *Spirillum* si voisin de celui du choléra dans le rectum du Cachalot, qui a une vie essentiellement aquatique et qui se nourrit exclusivement de Céphalopodes (animaux marins), n'est pas sans intérêt. Il me reste, à ce sujet, à déterminer si le *Spirillum* en question est pathogène, tout au moins pour les animaux terrestres. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Persistance d'activité de la présure à des températures basses ou élevées.* Note de MM. L. Camus et E. Gley, présentée par M. Bouchard.

« Le ferment bien connu qui détermine la coagulation du lait, la présure, passe pour être détruit vers 66° et pour être inactif aux températures inférieures à 20°. Ces données ne laissent pas d'être en contradiction avec ce que nous savons de beaucoup d'autres ferments digestifs.

» 1° En étudiant diverses conditions modificatrices de l'activité de la présure, nous avons vu, en premier lieu, grâce à un artifice expérimental, que le ferment agit à des températures inférieures à 15° et agit même à 0°. Il est parfaitement exact, comme l'ont montré les expériences si précises de M. Duclaux (1), que l'on n'obtient pas à 15° la caséification d'une

(1) Duclaux, *Mémoire sur le lait* (*Annales de l'Institut national agronomique*, 4e année, p. 42; 1879-1880).

quantité donnée de lait frais par une quantité déterminée du ferment. Mais si l'on ajoute au mélange lait-présure, laissé à 0°, pendant une demi-heure par exemple, 3 ou 4 gouttes d'une solution d'acide lactique au dixième ou d'un autre acide en proportion équivalente (acide acétique ou chlorhydrique), il se forme presque immédiatement (en moins d'une minute) un abondant précipité granuleux.

» Ce phénomène n'est pas dû à l'acide lactique en tant que tel, car il suffit, pour le produire, d'une quantité d'acide inférieure à 5 pour 1000 du mélange, tandis que, par lui-même, l'acide lactique ne détermine la coagulation du lait qu'à la dose de 8 pour 1000 à la température ordinaire ([1]). — D'autre part, l'acide ne peut être considéré simplement comme un agent renforçant le ferment; car, si l'on ajoute au lait en même temps la présure et l'acide lactique, à zéro, la formation du précipité dont il s'agit n'a lieu, suivant nos expériences, qu'avec un très long retard.

» Ainsi, l'action d'un acide se montre, à ces basses températures du moins, nécessaire pour la formation du précipité qui suit l'attaque de la principale matière albuminoïde du lait par la présure. Ce qui fait reparaître en partie et, il est vrai, sous une tout autre forme, l'ancienne théorie de Liebig sur la coagulation du lait ([2]).

» 2° D'autre part, nous avons constaté que la présure, si elle a été préalablement desséchée, peut ensuite être impunément portée à la température de 100°. Desséchons dans le vide, par exemple, une goutte de présure acide du commerce ou une goutte de cette même présure neutralisée par le carbonate de soude, puis mettons le petit tube qui la contient dans un bain-marie dont l'eau est maintenue à l'ébullition pendant un quart d'heure et même une heure; nous redissolvons alors rapidement la matière dans une goutte d'eau distillée et nous la faisons agir sur 5^{cc} de lait à 40°; la caséification de ce lait a lieu en deux ou trois minutes. La coagulation à 40° de la même quantité de lait par une égale quantité de présure, d'abord desséchée, puis redissoute (expérience témoin), se fait dans le même temps. — Dans d'autres expériences, nous avons porté le ferment desséché aux températures de 130° et 140° et constaté que, redissous ensuite, il conserve toute son activité.

» De ce fait, que la présure desséchée, puis soumise à des températures

---

([1]) Voir Bourquelot, *Les Fermentations*, Paris, 1889, p. 108.

([2]) Liebig, *Traité de Chimie organique*, édition française, t. III, p. 243, Paris, 1844, et *Lettres sur la Chimie*, traduction française, Paris, 1845, p. 177.

supérieures à 100°, reste active, il résulte, puisque, d'autre part, le lait est aisément stérilisable, que l'on sera maintenant à même d'étudier sur le lait stérilisé l'action d'un ferment stérilisé ([1]). Et d'une telle étude pourraient sans doute sortir des applications intéressantes.

» 3° Si le ferment desséché supporte sans dommage l'action des hautes températures, les solutions aqueuses sont au contraire facilement détruites à des températures moyennes, si elles sont neutres. On sait que la température de 40° est considérée comme optima pour l'action de la présure. Cela n'est exact qu'à la condition que le ferment soit en solution acide. Mais si la solution, après avoir été neutralisée, est laissée pendant quelque temps à cette température de 40°, alors il se détruit une quantité de ferment d'autant plus grande que l'action de la chaleur (40°) a duré plus longtemps, ou que la quantité d'eau en contact avec le ferment était plus considérable. C'est en effet l'eau distillée qui, à cette température, exerce une influence destructive sur le ferment.

» L'expérience suivante, que nous avons répétée plusieurs fois, le démontre : nous ajoutons à une goutte de présure neutre, c'est-à-dire exactement à $\frac{1}{20}$ de centimètre cube de la solution neutralisée de ferment, respectivement les quantités ci-dessous d'eau distillée que nous laissons en contact avec le ferment pendant deux minutes, et la coagulation de 5cc de lait a lieu à 40° dans les temps ci-dessous indiqués :

Quantités d'eau distillée.	Temps de la coagulation.
cc	m s
0,01	4,15
0,02	6,45
0,03	10
0,04	12
0,05	19
0,10	liquide encore une heure après

» La même quantité de cette présure, non additionnée d'eau, détermine à la même température la coagulation de 5cc de lait en trois minutes et demie.

» C'est bien une destruction du ferment qui se produit dans ce cas, car si, après qu'elle est restée durant cinq minutes à la température de 40°, on réacidifie la solution, elle ne récupère pas son activité.

» On peut, au lieu de faire varier la quantité d'eau qui agit sur le ferment, faire

---

([1]) Avec cette réserve que le lait stérilisé puisse être encore coagulé par la présure. C'est ce qu'a récemment contesté Benjamin Richard [*Beitrag zur Lehre von der Labgerinnung* (*Inaug. Dissertat.*, Berlin; 1896)].

agir toujours la même quantité d'eau sur la même quantité de ferment, et ne faire varier que le temps de contact, et alors on constate aussi un retard dans la coagulation; ce retard est proportionnel à la durée d'action de l'eau, comme dans l'expérience suivante :

Durée d'action de l'eau.		Temps de la coagulation de 5^{cc} de lait.
1 goutte de présure + 1^{cc} d'eau distillée à 40° pendant	15 sec...	6^m
»	30 sec...	8
»	1 min...	13

» Une goutte de cette présure caséifie 5^{cc} de lait en quatre minutes à la température de 30°.

» Quelle est la modification que l'eau, à certaines températures, peut faire subir à la présure? C'est une question qu'il faudra essayer de résoudre. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur une forme nouvelle de l'appareil buccal des Hyménoptères*. Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La forme dont il s'agit consiste essentiellement dans une modification remarquable de la structure normale de la langue des Abeilles à langue courte, de la subdivision des Acutilingues.

» La languette, de dimensions très réduites, a l'aspect d'un spécule recourbé, hérissé de courtes soies. Les palpes labiaux, ordinairement plus courts que la languette, chez les Andrénides, sont ici extrêmement développés, au point que chacun de leurs quatre articles est plus long que la languette. Le premier est cylindro-conique, légèrement courbe vers sa base. Le deuxième et le troisième sont très aplatis, et leur surface interne, aplanie, est parcourue dans sa longueur par un sillon d'une très grande ténuité, qui forme avec son congénère un conduit, lorsque les deux palpes sont appliqués l'un contre l'autre. Le quatrième, peu chitinisé, grêle et flexible, présente une surface externe convexe et inégale, semée d'aspérités; sa face interne, largement concave, forme l'origine du canal délié des deux articles précédents.

» Le premier article, séparé de son congénère, à son insertion, par la base de la languette, le touche normalement par son extrémité distale, quand les deux suivants sont accolés; les quatrièmes sont plus ou moins rapprochés l'un de l'autre.

» Cette curieuse organisation peut s'interpréter, au point de vue fonctionnel, de la manière suivante. La languette, si courte, ne peut évidemment servir à l'absorption directe des liquides. Ce rôle est dévolu aux

palpes labiaux, dont le dernier article est éminemment propre à cet usage.

» Le liquide qui a imprégné cet article et rempli sa concavité trouve, à l'extrémité du troisième, l'orifice inférieur du canal creusé dans ce dernier et le deuxième, qu'il parcourt dans sa longueur. Arrivé à la base du deuxième article, par conséquent au bout du premier, le liquide est pris par la languette, dont l'extrémité atteint l'orifice supérieur du conduit capillaire, et porté enfin dans la cavité buccale.

» L'organisation qui vient d'être décrite ne constitue pas seulement une forme de l'appareil de succion absolument nouvelle chez les Insectes. Elle se distingue, en outre, par ce trait particulier, que le principal rôle dans l'absorption y est dévolu aux palpes labiaux, dont l'intervention est nulle ou tout à fait accessoire chez les Insectes dont la bouche est le plus spécialisée. Elle est enfin intéressante par ce fait, que l'espèce qui la présente appartient, par tous ses autres caractères, au genre *Andrena*. Elle se rattache particulièrement au type de l'*A. Julliani*, déjà remarquable par la longueur de ses palpes, plus courts cependant que la languette. Bien plus, elle s'y relie par l'intermédiaire d'une espèce algérienne, encore inédite, dont les palpes, plus longs que chez l'*A. Julliani*, dépassent, de près de moitié, la languette et se substituent par conséquent à elle pour l'absorption immédiate, sans présenter toutefois le canal qui vient d'être décrit.

» Ce curieux Insecte nous offre ainsi l'exemple, assez rare, d'une déviation fonctionnelle considérable dans un organe unique, alors que le reste de l'organisme ne subit pas de modification sensible et reste dans les limites des différences spécifiques ordinaires [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Myxosporidie de la famille des Glugeïdées.* Note de M. Louis Léger.

« Les larves des Simulies (*Simulium ornatum* Meig.) abondent au commencement du printemps dans nos ruisseaux à cours rapides de la France, et plus particulièrement dans ceux des régions montagneuses du Midi. On les trouve par centaines, placées côte à côte et fixées par la région anale sur les pierres ou les brins d'herbe, de préférence dans les endroits où le courant est le plus agité.

---

[1] Il me paraît légitime d'établir un genre nouveau pour cette espèce, que je me plais à dédier à M. Ch. Ferton, capitaine d'artillerie, qui l'a découverte dans les environs d'Aix; je l'appellerai *Solenopalpa Fertoni*.

» Si l'on examine avec un peu d'attention ces amas de larves, on est frappé de l'aspect tout particulier que présentent quelques-unes d'entre elles, chez lesquelles la région abdominale est fortement dilatée et d'une couleur blanc laiteux, qui contraste vivement avec la teinte vert sombre des individus normaux. Une dissection attentive, faite sous la loupe, montre que ces larves renferment, dans leur cavité générale, des masses parasitaires libres et formant des sortes de sacs d'un blanc opaque, à contours irréguliers. Certaines larves ne renferment qu'une seule de ces masses, remplissant la plus grande partie de la cavité générale et atteignant ainsi près d'un demi-centimètre de longueur; d'autres en montrent deux ou trois, rarement plus, et remplissant, dans leur ensemble, les espaces vides de la cavité générale, sur laquelle elles se moulent en quelque sorte. Parfois, chez certaines larves très malades, le sac parasitaire a distendu les téguments superficiels, par une croissance excessive, et fait hernie à la surface du tégument abdominal de la larve, sous la forme d'un gros kyste à peu près sphérique; mais le plus souvent, le parasite, dans sa croissance, comprime simplement les organes de la cavité sans les altérer aucunement. Les muscles mêmes ne sont pas altérés et les larves, fortement atteintes, présentent encore des mouvements très vifs. Seul, le corps graisseux paraît excessivement réduit, souvent nul, ce qui tend à faire croire que c'est surtout à ses dépens que s'est effectué le développement du parasite. Quant au tube digestif, il paraît toujours indemne chez les larves manifestement parasitées. Une seule fois, j'ai rencontré une jeune Myxosporidie encore non sporulée et faisant hernie à la surface externe de l'intestin, ce qui montre que la migration des états végétatifs, du tube digestif dans le cœlome, se fait de très bonne heure et rapidement.

» A l'examen microscopique, les masses parasitaires se montrent comme des sacs à paroi mince, transparente, et dont l'intérieur est à peu près complètement rempli par une prodigieuse quantité de spores. Celles-ci sont ovoïdes, réfringentes, avec une grosse vacuole à l'extrémité renflée. Sous l'influence de l'eau iodée, elles montrent un filament quinze ou vingt fois plus long qu'elles, qui sort par leur extrémité pointue ou sommet. Ce sont bien là les caractères spéciaux des spores des Myxosporidies, et la présence d'un filament unique, analogue à celui que le regretté Thélohan a réussi le premier à mettre en évidence chez la *Glugea Bombycis*, fait rentrer ce parasite dans la famille des Glugeïdées.

» Les spores sont de deux dimensions différentes : les petites ayant 4^{μ} à 5^{μ}; les grosses, environ 8^{μ}. Certains sacs ne renferment que des microspores et celles-ci sont toujours réunies par petits groupes de huit et renfermées dans une frêle paroi; les autres ne contiennent, au contraire, que des macrospores, et, dans ce cas, ces dernières sont réunies par masses sphériques de tailles différentes, renfermant un nombre indéfini de spores et revêtues également d'une mince enveloppe. Avec ces amas de spores on rencontre les différentes phases de développement des sphérules primitives, c'est-à-dire des masses sphériques de protoplasma granuleux avec un, deux, quatre, huit noyaux, etc., montrant les différents stades de formation des spores.

» Par ses caractères, cette Myxosporidie vient se placer dans le genre *Glugea*, à côté des autres espèces étudiées par Thélohan et comprises autrefois dans le groupe des Microsporidies. Elle se distingue des formes actuel-

lement connues : 1° par son habitat exclusif dans la cavité générale, sans relations avec le tube digestif à la maturité, ni avec les autres organes toujours intacts; 2° par sa faculté de se présenter tantôt sous la forme de kystes avec un nombre indéterminé de macrospores, tantôt sous l'état de kystes renfermant seulement huit microspores, ce qui montre que ces deux états sont loin d'avoir l'importance spécifique qu'on leur attribue actuellement.

» Je l'appellerai *Glugea varians*, pour rappeler cette dernière particularité.

» Lorsque cette Myxosporidie se présente sous la forme de kystes octosporés, ce qui est le cas le plus fréquent, on ne peut s'empêcher de remarquer son analogie frappante avec le *Telohania Contejeani* Henneguy, qui envahit totalement les muscles de l'Écrevisse et fait périr ces Crustacés.

» Pensant qu'il pourrait y avoir quelque relation entre ces deux parasites, étant donné surtout que les Simulies se rencontrent fréquemment dans les ruisseaux à Écrevisses, j'ai essayé, en collaboration avec le Dr Hagenmuller, d'infester artificiellement des Écrevisses en leur faisant absorber des larves malades. Nos expériences n'ont pas donné jusqu'ici de résultats positifs. Peut-être les spores ne retrouvent-elles leur virulence qu'à la condition de passer dans l'intestin d'un Vertébré, comme Krassilschtchik le prétend pour la *Glugea* des Bombyx; c'est ce que nous essaierons de vérifier par la suite. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le terrain carbonifère des environs de Mâcon.* Note de M. **A. Vaffier**, présentée par M. Albert Gaudry.

« L'étage inférieur du terrain carbonifère est représenté, dans la région mâconnaise, par un ensemble d'assises très intéressantes au double point de vue de la Stratigraphie et de la Paléontologie.

» Ces formations primaires se voient dans les deux cantons de Mâcon, dans celui de La Chapelle-de-Guinchay, et dans les cantons de Monsols et de Beaujeu, du département du Rhône. Elles ont été longtemps méconnues ou faussement classées par la plupart des géologues qui se sont occupés de la région.

» Leur limite extrême au nord de Mâcon est Bussières, où elles ont une puissance de plusieurs centaines de mètres. On les retrouve plus au sud, à Fuissé, où elles présentent leur développement le plus complet, puis à Vinzelles, à Loché, à Leynes, à Chasselas, à Saint-Vérand, à Pruzilly, à Julliénas, à Jullié et à Cenves.

» Dans toutes ces localités, elles reposent directement sur les terrains éruptifs. A

Fuissé, ces terrains encaissants sont formés de couches de diorite et de granulite, alternant entre elles d'une façon régulière, avec intercalation fréquente de quartzites et de schistes archéens, antérieurs au granite qui les a souvent bouleversés.

» L'assise carbonifère de Fuissé, qui est la plus importante, se compose de trente-huit couches dirigées du nord au sud, 20° nord-est, 20° sud-ouest, plongeant au nord-ouest sous un angle de 42°, et ayant ensemble une puissance de plus de 500^{m}. A sa base se voit un affleurement de calcaire noir rappelant par son aspect le calcaire de Tournai. Puis, par-dessus ce calcaire, se trouvent des schistes feldspathiques à pâte très fine, non fossilifères, souvent interrompus dans leur dépôt par des épanchements de microgranulite et de tufs de microgranulite. Ces schistes inférieurs présentent dans leur couche n° 12 un lit de tourbe fossile sur laquelle repose le gîte si riche en empreintes végétales, dont nous donnons la liste plus loin.

» Dans la partie supérieure de la formation, les schistes deviennent très compacts, en se chargeant abondamment de silice; certains d'entre eux, noirs et à pâte très fine, font feu sous le marteau comme de véritable lydienne. Ces schistes sont surmontés par d'autres à apparence satinée qui, sur une épaisseur de 150^{m}, se criblent de cavités. Puis, au sommet de la formation, se voient encore d'autres schistes très micacés qui, en devenant gréseux, prennent l'aspect de véritables psammites.

» Les strates tout à fait supérieures sont formées de poudingues qui alternent avec des coulées de tufs de microgranulite, disparaissant eux-mêmes sous une éruption importante de microgranulite.

» Partout ailleurs les éléments du terrain carbonifère mâconnais sont les mêmes qu'à Fuissé.

» A Pruzilly, on voit de très belles cornes vertes dans les assises schisteuses en contact avec la microgranulite.

» Les couches n° 12 et n° 13 de la coupe de Fuissé, d'une puissance de 24^{m}, renferment une flore riche en empreintes bien conservées, où nous avons pu déterminer, d'après Stur, et en respectant sa classification, les espèces suivantes :

» Classis : *Selagines*.

» Ordo : *Stigmariæ* Stur. — *Stigmaria ficoïdes* Brongniart (très commun).

» Ordo : *Lepidodendreæ*. — *Lepidodendron Weltheimianum* Sternb (*Sagenaria Weltheimiana* de Schimper) (très commun); *Lepidostrobus collombianus* Schimper (très rare).

» Ordo : *Sigillariæ*. — *Sigillaria antecedens* Stur (très rare).

» Classis : *Calamariæ.*

» Ordo : *Calamiteæ.* — *Archæocalamites radiatus* Brgt (*Bornia radiata* de Schimper) (très commun); *Sphenophyllum tenerrimum* (rare).

» A l'exemple de M. Grand'Eury, nous rattachons le *Sphenophyllum tenerrimum* à l'*Archæocalamites radiatus.*

FOUGÈRES.

» Ordo : *Polypodiaceæ.*

» Tribus : *Sphenopterideæ.* — *Sphenopteris Ettingshauseni* Stur; *Sphenopteris affinis* L. et H. (du carbonifère inférieur d'Écosse); *Sphenopteris Haueri* Stur.

» Tribus : *Hymenophylleæ* (*Rhodea Presl.*). — *Rhodea filifera* Stur; *Rhodea Hochstetteri* Stur; *Rhodea patentissima* Stur; *Rhodea moravica* Stur; *Rhodea Gœpperti* Stur; *Rhodea Stachei* Stur.

» Tribus : *Pterideæ.* — *Cycadopteris antiqua* Stur.

» Tribus : *Neuropterideæ.* — *Cardiopteris frondosa* (*Gœpp. sp.*) Stur; *Archæopteris Tschermaki* Stur.

» Ordo : *Osmundaceæ* (*Todea* Wild). — *Todea Lipoldi* Stur.

» Ordo : *Ophioglossaceæ* (*Rhacopteris* de Schimper). — *Rhacopteris transitionis* (*Ett.*) Stur.

» Nous continuons nos fouilles et nous possédons encore d'autres empreintes qui seront incessamment déterminées. Celles que nous venons d'énumérer classent dans l'étage du culm le carbonifère mâconnais, qui serait synchronique du culm inférieur de Moravie. Les couches de Fuissé représenteraient l'étage des *Rhodea* de Stur et des *Cardiopteris* de Schimper, et seraient contemporains de celles de Burdiehouse en Écosse. Leur flore, qui comprend encore quelques genres anciens, presque dévoniens, comme *Cardiopteris frondosa* et *Cycadopteris antiqua*; qui est riche en *Bornia*, tout en ne possédant pas encore de véritables *Calamites;* qui, abondante en *Stigmaria*, ne nous a donné qu'une empreinte de Sigillaire très ancienne; qui ne montre, comme Lépidodendrées, que des restes de *Lepidodendron Weltheimianum*; appartient à un culm ancien.

» Le Culm mâconnais serait inférieur peut-être à l'étage viséen, et par conséquent tournaisien, et confirmerait les vues de M. Jullien, qui rattache à ce dernier terrain les dépôts carbonifères du Morvan, immergé au début de l'époque carbonifère et se relevant plus tard par un mouvement de bascule pendant que le Plateau central s'affaissait.

» La flore mâconnaise est plus ancienne que celle de la Grauwacke supérieure des Allemands où, à côté d'espèces caractéristiques du Culm, se voient déjà des plantes franchement houillères.

» Les dépôts de Berghaupten, ceux de la Vendée; les terrains anthracifères de la basse Loire et ceux de Sarthe-et-Mayenne, étant par leurs

plantes fossiles contemporains de la Grauwacke supérieure des Allemands, sont donc moins anciens que le terrain carbonifère mâconnais qui appartient sans aucun doute au Culm inférieur (¹). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la marcasite de Pontpéan et sur des groupements réguliers de marcasite, de pyrite et de galène, constituant des pseudomorphoses de pyrrhotine.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Michel-Lévy.

« La mine de Pontpéan, près Rennes (Ille-et-Vilaine), a fourni à diverses reprises, et notamment de 1884 à 1886, de fort beaux minéraux cristallisés. J'ai pu examiner une superbe série de ceux-ci, grâce au don qui vient d'en être fait au Muséum par M. l'Intendant militaire Pavot.

» Cette mine est surtout connue des minéralogistes par sa blende fibreuse, formant des concrétions autour de la galène; cette blende est elle-même recouverte par des cristaux de marcasite, et par les pseudomorphoses qui font plus particulièrement l'objet de cette Note.

» Les cristaux de marcasite actuellement décrits se rapportent aux trois types suivants : 1° cristaux à faciès octaédrique, caractérisés par a^1(101) et e^1(011) avec ou sans p(001), $b^{\frac{1}{2}}$(111) et m(110) (type de Schemnitz); 2° cristaux aplatis suivant p(001) et présentant les faces m(110); ce sont les macles suivant m de ce type qui, par leur répétition, constituent les groupements en crête de coq; 3° cristaux aplatis suivant p, riches en clinodômes striés et généralement maclés par 2, 3, 4, 5 individus pour former les groupements en pointe de flèche (sperkise de la craie).

» Les cristaux de Pontpéan constituent un quatrième type, comparable aux cristaux de mispickel de Munzig en Saxe. Les formes sont : p(001) et m(110), avec des clinodômes courbes [e^4(014), e^3(013), e^2(012), e^1(011)]; ils sont très allongés suivant l'axe vertical, et généralement constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux ayant la même forme élémentaire. Quand ces groupements atteignent une certaine taille ($0^m,02$ à $0^m,03$), les individus constituants, tout en restant parallèles, donnent au cristal définitif l'apparence d'un barillet à arêtes plus ou moins courbes.

» Les macles suivant m(110) sont fréquentes, elles ont la forme d'un prisme hexagonal irrégulier, dont deux faces (m et $\overline{m}$) sont remplacées par une gouttière verticale. Ces macles présentent souvent de curieuses irrégularités, elles sont constituées par des groupements de petits individus dont les faces m et $\overline{m}$ extérieures vont en décroissant, de façon à donner, à la section droite du cristal, une figure rappelant les

(¹) Les déterminations qui précèdent ont été faites au laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon et contrôlées ensuite par MM. Grand'Eury et l'abbé Boulay.

Cette Note sera suivie sous peu de la publication d'une Monographie détaillée.

clivages du gypse en fer de lance des environs de Paris. Ces cristaux sont d'un blanc clair; ils prennent, par exposition à l'air, une teinte verdâtre livide et se décomposent avec une extrême rapidité.

» Le minéral le plus curieux de Pontpéan forme des lames hexagonales dépassant 2^{cm} de diamètre. Elles sont souvent empilées, à axes imparfaitement parallèles, et implantées en grand nombre sur la gangue, perpendiculairement ou obliquement à leur face d'aplatissement. Elles rappellent par leur disposition les lames de zinnwaldite des gisements stannifères de Bohême. Il existe parfois plusieurs centaines de semblables cristaux sur une surface de 1^{dmq}. Plus rarement, le même minéral forme des prismes hexagonaux de plus grand diamètre, plus épais et même un peu allongés suivant l'axe vertical. La substance initiale de ces cristaux a entièrement disparu, ils ne sont plus actuellement formés que de *marcasite* et de *pyrite* ou enfin de *marcasite* et de *galène*. Il n'est pas douteux cependant que ces cristaux n'aient été originellement constitués par de la pyrrhotine dont ils présentent toutes les particularités de formes; des pseudomorphoses de ce minéral en marcasite et pyrite sont connues dans divers gisements allemands, mais ce qui donne un intérêt spécial aux pseudomorphoses de Pontpéan, c'est la régularité géométrique de leur structure.

» *Groupements de marcasite seule sur pyrrhotine.* — Ce sont les plus communs. Les cristaux de marcasite ayant moins de 1^{mm} appartiennent au type 2 signalé plus haut. Ces cristaux, aplatis suivant p, sont implantés sur la face $m(10\bar{1}0)$ de la pyrrhotine et leurs stries, parallèles à leur axe a, sont elles-mêmes parallèles à l'arête basique de la face du prisme hexagonal de la pyrrhotine. Il résulte de ce fait que l'axe binaire b de la marcasite est parallèle à l'axe sénaire de la pyrrhotine et les deux autres axes binaires c et a de la marcasite parallèles à deux axes binaires du prisme hexagonal. Quand de petits cristaux de marcasite ne sont pas venus s'implanter, en outre, irrégulièrement sur la base a^1 (0001) de la pyrrhotine, celle-ci présente un aspect moiré, dû aux réflexions sur les arêtes mm des cristaux de marcasite, respectivement parallèles aux côtés de la face hexagonale. Sur les faces m du prisme hexagonal, l'ensemble des stries de la marcasite simule les stries parallèles aux arêtes basiques qui existent normalement dans la pyrrhotine.

» *Groupements de marcasite et de pyrite sur pyrrhotine.* — Ces groupements, beaucoup plus rares que les précédents, n'en diffèrent que parce que l'intervalle laissé par les cristaux de marcasite est occupé par de petits cubes de pyrite, orientés de telle sorte qu'une de leurs faces est parallèle à la base et une autre à une face du prisme hexagonal; leurs trois axes quaternaires coïncident donc en direction avec les axes binaires de la marcasite, avec l'axe sénaire et deux des axes binaires de la pyrrhotine.

» *Groupement de marcasite et de galène sur pyrrhotine.* — Ces groupements ne se rencontrent que dans les grands cristaux ayant une certaine épaisseur. Le cristal

paraît extérieurement formé par de la galène, souvent recouverte d'une croûte irrégulière de marcasite; quand on le brise, on voit que la galène ne forme qu'un enduit extérieur et des lames imprégnant le cristal qui est intérieurement formé par de la marcasite. L'orientation de la galène par rapport à la pyrrhotine est la même que celle qui vient d'être indiquée pour la pyrite, mais avec une particularité intéressante. Ce minéral ne constitue pas, en effet, une infinité de petits cristaux comme la pyrite; le prisme hexagonal de pyrrhotine est occupé par trois cristaux de galène groupés en croix; ils ont tous : 1° une face p commune parallèle à la base du prisme hexagonal; 2° une face p, parallèle à une face du prisme hexagonal. Il en résulte que lorsqu'on examine un semblable édifice, sur la face basique de la pyrrhotine, on n'aperçoit pas sa nature complexe, mais si l'on place sur le goniomètre le cristal, de façon à mesurer l'angle de deux faces prismatiques contiguës, après avoir eu soin d'écorcher les arêtes verticales du cristal, on voit apparaître une série de réflexions distantes les unes des autres de 60° ou de 30° : elles sont produites alternativement par les faces p extérieures (parallèles aux faces hexagonales de la galène) et par les clivages p intérieurs du même minéral. Ces groupements par pseudomorphose de galène, remplissant un prisme hexagonal, sont l'inverse des groupements pseudohexagonaux dans lesquels l'édifice de symétrie supérieure est formé par le groupement d'individus de symétrie inférieure. Ici, c'est le minéral élémentaire qui possède la symétrie la plus élevée.

» Cette galène imprègne la marcasite et joue, par rapport à celle-ci, un rôle analogue à celui de la calcite dans les célèbres rhomboèdres des grès de Fontainebleau, avec cette différence toutefois que la marcasite étant elle-même orientée, la structure est *pegmatique* et non *pœcilitique*, comme dans les cristaux de Fontainebleau dont les grains de quartz ont, les uns par rapport aux autres et par rapport à la calcite, une orientation quelconque.

» Le Tableau suivant résume les relations de symétrie liant la marcasite orthorhombique, la pyrite et la galène cubiques à l'édifice hexagonal de la pyrrhotine qu'elles ont remplacée :

Pyrrhotine (hexagonale).	Marcasite (orthorhombique).	Pyrite et Galène (cubiques).
Axe sénaire.	Axe binaire b.	Axe quaternaire.
Axe binaire de première espèce.	Axe binaire a.	Axe quaternaire.
Axe binaire de seconde espèce.	Axe binaire c.	Axe quaternaire.

MÉDECINE. — *Sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en Thérapeutique électrique*. Note de M. le Dr **G. Apostoli**, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

« L'appareil à courant sinusoïdal de M. d'Arsonval permet, par un dispositif très simple, d'obtenir un courant sinusoïdal passant seulement

par zéro, *sans changement de sens*. C'est là un *courant ondulatoire*, d'après M. d'Arsonval.

» Le courant ondulatoire justifie pleinement, en Thérapeutique, les découvertes physiologiques de M. d'Arsonval, dérivées de la connaissance de la *caractéristique d'excitation neuro-musculaire* et de ses rapports avec la forme de l'onde électrique. Il met en relief les propriétés variables des ondes électriques, dont il augmente la tolérance et surtout la puissance par les trois caractères suivants : 1° Suppression de l'alternance ou du renversement; 2° Conservation de la courbe sinusoïdale; 3° Adjonction du pouvoir électrolytique avec direction polaire constante.

» Ainsi, avec une onde électrique non alternante ni renversée, frappant toujours dans le même sens, associant les effets variables aux effets continus et électrolytiques du courant, variant son voltage, le nombre de ses périodes et par suite son intensité même, suivant la volonté de l'opérateur, on vérifie dans les meilleures conditions les propriétés déjà formulées par M. d'Arsonval du courant alternatif sinusoïdal, et l'on étend même en l'élargissant le champ d'application thérapeutique de ce dernier.

» L'épreuve clinique a été, pour moi, pleinement confirmative de ces prémisses physiques et physiologiques : d'après les résultats thérapeutiques généraux que j'ai constatés, après une expérimentation commencée en 1896 et poursuivie au total sur 145 malades, dont 108 pour la Gynécologie....

» *En résumé*, le courant ondulatoire, en Gynécologie, d'une innocuité absolue et d'une tolérance constante, sans action appréciable sur l'évolution des néoplasmes utérins ou annexiels, paraît être jusqu'ici le médicament par excellence de la *douleur*.

» Moins souverain, mais fréquemment efficace quand même contre les hémorragies, contre la leucorrhée et la constipation, il aide encore très favorablement à la résorption des exsudats péri-utérins et il constitue un *analgésique* et un décongestionnant de premier ordre.

» Ainsi, le courant ondulatoire est une acquisition précieuse pour la Thérapeutique électrique et me paraît destiné à prendre une place très importante à côté des autres modes électriques déjà connus. »

M. E. Maumené adresse de nouvelles considérations sur les lois de l'action chimique.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JUILLET 1897.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1895. I. Mémoires. — II. Observations. — III. Pluies en France. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, par ÉMILE PICARD, Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Paris, et GEORGES SIMART, Capitaine de frégate, Répétiteur à l'École Polytechnique. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. E. Picard.)

Traité élémentaire de Chimie, par L. TROOST, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Annuaire des Marées des côtes de France, pour l'an 1898, par M. HATT, Ingénieur hydrographe de 1re classe, et M. ROLLET DE L'ISLE, Sous-Ingénieur de 1re classe. Paris, Imprimerie Nationale, 1897; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Hatt.)

Classification des magmas des roches éruptives, par M. A. MICHEL-LÉVY, Membre de l'Institut, Directeur du Service de la Carte géologique de France. Lille, Le Bigot frères; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Leçons de Mécanique animale, par J. BERGONIÉ, Professeur à la Faculté de Médecine. Bordeaux, Féret et fils; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouchard.)

Application rigoureuse des deux lois générales de l'action chimique, par E.-I. MAUMENÉ, Docteur ès Sciences, Lauréat de l'Institut, etc. Paris, P. Vicq-Dunod, 1897; 1 vol. in-8°.

Atlas des travaux pratiques de Zoologie, par L. DONNADIEU et CL. ROUX. Lyon; in-4°. (Hommage des Auteurs.)

Annuaire de l'École Polytechnique, 1894, 1895, 1896. Paris, H. Charles-Lavauzelle, 1896; 3 vol. in-8°.

La cause de la tuberculose suivant le Professeur Dr Robert Koch, et sa méthode curative, par le Dr H.-W. MIDDENDORP, ex-Professeur de Pathologie à l'Université de Groningue, etc. Groningue, J.-B. Wolters, 1897; 1 vol. in-8°.

A treatise on the Phytoplankton of the Atlantic and its tributaries and on the periodical changes of the Plankton of Skagerak, by P.-T. CLEVE. Upsala, 1897; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AOUT 1897,

PRÉSIDÉE PAR M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur les débuts de la combinaison entre l'hydrogène et l'oxygène;* par M. BERTHELOT.

« Les débuts de la combinaison chimique sont parfois entourés de quelque obscurité, de même que les débuts d'un grand nombre de phénomènes physiques et chimiques. L'établissement d'un régime régulier, en Chimie aussi bien qu'en Mécanique, en Acoustique, en Électricité, est d'ordinaire précédé par un état variable, dans lequel concourent des influences perturbatrices multiples, qui s'effacent dès que la réaction a pris une certaine intensité.

» Il en est ainsi, en particulier, de la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène, qui semble débuter vers 300°, et même au-dessous, avec des

circonstances diverses, suivant la nature des parois des vases et autres matières en présence. Il suffit de rappeler à cet égard les expériences des auteurs les plus récents, tels que MM. Van't Hoff, V. Meyer, A. Gautier et Hélier. Ces derniers, par exemple, admettent qu'à 300° la combinaison atteint, en dix-sept secondes, une limite qu'ils fixent vers 3,8 centièmes du mélange; tandis que, d'après V. Meyer [1], la combinaison, insensible encore au bout de dix jours de chauffe, à 300°, aurait atteint, au bout de soixante-cinq jours, dans trois vases différents : 9,5, 0,4 et 1,3 centièmes respectivement. J'ai obtenu des variations semblables dans des expériences récentes. A 280°, j'ai observé, d'une part :

Au bout de	5 heures......		7,1	centièmes combinés
»	26	»	11,9	»
»	116	»	13,6	»

» Ces chiffres, à première vue, paraîtraient répondre à une combinaison progressive lente. Mais, dans d'autres essais, j'ai trouvé à 315°, après cinq heures, 5 centièmes seulement.

» Cette variabilité, pour des essais exécutés par des observateurs très exercés et dans des conditions en apparence semblables, accuse l'intervention de causes perturbatrices, capables d'amorcer la combinaison tantôt d'une façon, tantôt d'une autre; il n'a pas été possible jusqu'ici de les éliminer, de façon à saisir la loi propre au système isolé, hydrogène et oxygène, envisagé indépendamment des actions chimiques secondaires, déterminées par les matières mêmes des parois, et susceptibles elles-mêmes, soit d'une limite spéciale, soit d'une reproduction indéfinie.

» Voici quelques essais qui paraissent mettre en évidence certaines de ces causes perturbatrices; je ne dis pas toutes, en raison de leur complexité. Ces essais ont consisté à chauffer le gaz tonnant en présence de diverses matières susceptibles de se combiner avec l'eau, qui tend à prendre naissance, et par là même à en déterminer la formation. J'ai employé à cet effet les acides, tels que le gaz chlorhydrique, l'acide sulfurique concentré, l'anhydride phosphorique; et les alcalis, tels que la baryte anhydre, la chaux vive, l'hydrate de potasse fondu. Les acides donnant lieu à diverses réactions étrangères à la formation de l'eau, je parlerai seulement aujourd'hui des alcalis.

» En général, j'ai opéré avec un système de deux tubes de verre concen-

(1) *Berliner Berichte*, t. XXVIII, p. 2807; 1895.

triques (verre à base de soude), scellés à la lampe séparément, l'un contenant l'oxygène, l'autre l'hydrogène, chacun sous un volume connu et sensiblement dans les rapports du gaz tonnant. Les matières solides ont été introduites à l'avance, sous un poids connu, dans le tube à oxygène. Les tubes étant remplis à l'aide de tours de main convenables, puis scellés, on brise, par des secousses, la pointe du tube intérieur (oxygène), de façon à déterminer le mélange. La capacité totale des deux tubes est voisine de 20^{cc}.

» On chauffe dans un bain d'huile de grande masse; ce qui assure l'obtention de températures régulières.

» On ouvre ensuite le tube sur le mercure, de façon à mesurer le gaz restant et à en faire l'analyse.

» *Baryte anhydre.* — Trente-six jours de contact à la température ordinaire. Action nulle.

» Je rappellerai ici une observation que j'ai publiée il y a quelques années, dans laquelle le mélange tonnant, conservé pendant dix ans à la température ordinaire, n'a donné lieu à aucune formation d'eau.

» Avec la baryte à 100° : sept heures, action nulle; à 182° (vapeur d'aniline) : deux heures et demie, action sensiblement nulle.

» La moindre formation d'eau aurait dû être reconnue; d'autant plus nettement que la baryte, en l'absorbant à mesure, ne s'oppose à l'établissement d'aucun équilibre permanent. Le poids de baryte employé a varié de $0^{gr},30$ à $9^{gr},90$, pour 20^{cc} de gaz environ.

» A 250°, la combinaison s'effectue, au bout de cinq heures : 77 centièmes du mélange gazeux ont disparu. A 280°, au bout de cinq heures : 89,2 centièmes disparus. A 280°, au bout de vingt-six heures : la totalité du gaz a disparu.

» L'efficacité de la baryte pour déterminer l'union de l'hydrogène avec l'oxygène est ici manifeste. Mais l'action qu'elle exerce est moins simple qu'on ne pourrait le croire à première vue. Après cinq heures, à 250° :

» Sur 100 volumes d'hydrogène primitif, il en avait disparu 74;

» Sur 100 volumes d'oxygène primitif, il en avait disparu 85.

» Or la formation de l'eau réclame seulement 37 d'oxygène : 48 centièmes ont donc été absorbés directement par la baryte, pour former du bioxyde de baryum.

» Après cinq heures, à 280°, tout l'oxygène a disparu, et il reste 16 centièmes de l'hydrogène primitif. Mais, si l'on prolonge l'action (vingt-six

heures), cet hydrogène réduit, à son tour, le bioxyde de baryum, de telle façon que le mélange tonnant a disparu sans résidu.

» D'après ces faits, l'oxygène est d'abord absorbé, au moins en partie, par la baryte, et le bioxyde de baryum joue le rôle d'intermédiaire dans la formation de l'eau.

» Rappelons ici les expériences de Boussingault (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXV, p. 36), d'après lesquelles l'oxydation de la baryte est singulièrement facilitée par la présence d'une quantité d'eau limitée; probablement en raison d'une double dissociation, celle du bioxyde de baryum et celle de l'hydrate de baryte. Dans ces conditions, le bioxyde de baryum paraît susceptible de provoquer la transformation indéfinie du gaz tonnant.

» Les phénomènes sont ici du même ordre que ceux qui s'exercent en présence du platine. En effet, j'ai montré que ce métal forme avec l'hydrogène, à la température ordinaire, une combinaison définie, et que l'hydrure ainsi produit réagit séparément sur l'oxygène pour former de l'eau : de là résulte l'action prétendue catalytique du platine à la température ordinaire. La baryte opère de même, à cela près qu'elle se combine à l'oxygène vers 250° et au-dessus : le bioxyde de baryum jouerait le même rôle que l'hydrure de platine, dans la combinaison illimitée de l'hydrogène et de l'oxygène.

» Avec l'hydrate de potasse, KOH, on observe des phénomènes analogues :

» $0^{gr},95$ de ce composé, à 250°, en cinq heures, ont produit une diminution de volume de 25 centièmes;

» A 280°-300°, en trois heures, 59 centièmes.

» Le verre est fortement attaqué et il se produit un manganate vert, résultant de la présence du manganèse dans le verre.

» Dans ces conditions, l'oxygène disparaît en proportion plus forte que l'hydrogène. Ainsi, dans la dernière expérience, sur 100 volumes d'hydrogène, 39 ont disparu, et sur 100 volumes d'oxygène la totalité. Ce gaz est absorbé à la fois, en raison de la formation de l'eau et en raison de la formation des peroxydes alcalins et du manganate. La proportion de ce dernier, dosée directement dans une liqueur diluée, a été trouvée, en effet, beaucoup moindre que celle qui aurait dû répondre à l'excédent d'oxygène absorbé.

» Ces observations méritent d'autant plus l'attention que nous touchons

ici à l'explication du rôle du verre et des silicates alcalins, c'est-à-dire des parois des vases, pour déterminer jusqu'à un certain degré la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène. On sait, en effet, que le verre mis en présence de l'eau est attaqué avec formation d'alcali.

» Or, si la dose d'eau est très faible, de façon à prévenir la destruction des peroxydes par un excès de ce corps, j'ai trouvé que le verre employé absorbait l'oxygène. Un tube a été rempli en grande partie avec 15^{gr} du même verre, en poudre fine, le surplus contenant de l'air : ce qui permettait la détermination rigoureuse du rapport des deux éléments, oxygène et azote, après l'expérience.

» On a ajouté $0^{gr},1$ d'eau, on a scellé et l'on a chauffé à 280° pendant cinq heures. Le rapport de l'oxygène à l'azote a diminué notablement; une absorption de $0^{cc},35$ d'oxygène, soit le huitième de l'oxygène intérieur ayant eu lieu. Après vingt-huit heures, à 280°, dans un second tube pareil, l'oxygène avait diminué de $0^{cc},50$; soit un cinquième du gaz initial. Ces résultats sont attribuables à la formation des peroxydes alcalins. Mais ils cessent de se manifester, si l'on augmente trop la dose relative de l'eau; sans doute en raison de la décomposition des peroxydes par un excès d'eau.

» Il est curieux de voir se manifester ici l'influence des oxydes de manganèse qui jouent aussi, d'après de récentes recherches, le rôle d'intermédiaires dans les oxydations des liquides d'origine végétale ou animale.

» La production des peroxydes alcalins et manganiques aux dépens du verre (ou de la porcelaine) soumis à l'action de traces d'eau, est susceptible de déterminer les mêmes phénomènes que la production du bioxyde de baryum; c'est-à-dire l'absorption de l'hydrogène. De là, en définitive, la combinaison des éléments du gaz tonnant contenu dans un tube de verre. Le phénomène est corrélatif de la production *simultanée* de petites quantités d'eau; il donne lieu à la fois à certaines réactions limitées et à un cycle de réactions susceptibles de se reproduire indéfiniment, mais dans une proportion et suivant une vitesse difficiles à définir à l'avance, car elles dépendent à la fois de la composition chimique et de la structure physique des parois des vases. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'analyse de l'aluminium et de ses alliages.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons insisté précédemment ([1]) sur les différentes impuretés que l'on rencontrait dans l'aluminium produit par électrolyse. Pour reconnaître et doser ces impuretés, nous avons indiqué, en 1895, une méthode d'analyse ([2]) des alliages d'aluminium qui présentait, il est vrai, l'inconvénient d'être assez longue et assez minutieuse.

» Dans une Note présentée le 8 juin 1897 et portant pour titre : *Essai des ustensiles en aluminium,* M. Balland ([3]) a proposé, pour abréger cette méthode, quelques modifications sur lesquelles je me vois forcé d'insister.

» Lorsqu'il s'agit d'aluminium non allié à d'autres métaux, M. Balland a conseillé d'attaquer l'échantillon par de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{5}$. Il considère le résidu qui reste après cette attaque comme étant formé par un mélange de silicium, de carbone et de cuivre ([4]). Malheureusement, il n'en est rien. Ce mélange est beaucoup plus complexe.

» Nous avons traité 100^{gr} d'aluminium provenant de l'usine de Froges par de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{5}$. Le résidu lavé et calciné, qui était assez abondant, a été repris par les carbonates en fusion et l'on a dosé, dans le liquide limpide obtenu, le silicium, le fer et le cuivre. Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.
Silicium	68,97	51,71
Fer	9,54	23,66
Cuivre	3,63	5,18
Matières non dosées	17,86	19,45

» On voit donc que ce résidu contient au moins $\frac{1}{10}$ de fer, et que nous ne

([1]) H. Moissan, *Sur la présence du sodium dans l'aluminium préparé par électrolyse* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p, 794; 1895).

([2]) H. Moissan, *Analyse de l'aluminium et de ses alliages* (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 851; 1895).

([3]) Balland, *Essai des ustensiles en aluminium* (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1311; 1897).

([4]) Les échantillons d'aluminium produits par électrolyse renferment tous une petite quantité de cuivre.

pouvons pas le considérer comme formé seulement de silicium, de carbone et de cuivre.

» Lorsqu'il s'agit d'aluminium allié au cuivre, M. Balland attaque l'alliage par de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$: « Le cuivre, dit-il, reste abso-
» lument intact sous la forme d'un amas rougeâtre, spongieux. »

» En répétant l'attaque exactement dans les conditions indiquées par M. Balland, nous avons obtenu le cuivre en partie dans le résidu insoluble, et en partie aussi dans la solution filtrée. Le liquide limpide précipitait, en effet, par l'hydrogène sulfuré et le précipité noir, ainsi obtenu, présentait tous les caractères du sulfure de cuivre.

» Dans une deuxième fiole, M. Balland traite la même quantité d'alliage par l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$ additionné de 25 à 30 gouttes d'acide nitrique : « En quelques minutes, dit-il, tout le cuivre disparaît et il ne
» reste que le silicium et le carbone que l'on peut recueillir sur filtre et
» peser après lavage et calcination » ([1]).

» Nous avons fait l'analyse quantitative du résidu ainsi obtenu et nous avons trouvé qu'il renfermait :

Silicium...............	71,00
Cuivre................	8,75
Fer..................	17,50
Matières non dosées.....	2,75

» Ce mélange est donc très riche en fer et ne peut être regardé comme ne contenant que du silicium et du carbone.

» Nous ajouterons qu'il nous semble très important, dans l'état actuel de l'industrie de l'aluminium, de faire des analyses très sérieuses de ce métal et de ses différents alliages. C'est, parce que, jusqu'ici, la question analytique a été trop négligée que de nombreux déboires se sont rencontrés dans l'application de l'aluminium.

» La fabrication des objets de petit équipement destinés à l'armée doit être faite avec un métal d'autant plus pur que ces objets doivent être conservés longtemps en magasin. C'est justement en exigeant un métal de plus en plus pur que la Commission de l'aluminium a pu faire produire couramment à une usine française un aluminium ne contenant plus que 0,5 pour 100 d'impuretés.

([1]) Le dosage du silicium et du carbone est impraticable dans ces conditions.

» Je citerai sur ce sujet les analyses suivantes :

	1.	2.	3.
Aluminium	99,21	99,40	99,61
Fer	0,54	0,51	0,41
Silicium.........	0,06	0,05	0,11
Sodium...........	0,02	0,02	0,00
Cuivre	traces	traces	traces

» La conséquence naturelle de cette préparation plus soignée a été de faciliter l'estampage et le travail de l'aluminium.

» Nous estimons donc que, sous prétexte de diminuer la longueur de l'analyse, nous ne pouvons pas recourir à des méthodes imparfaites et qu'il est de toute utilité de connaître exactement la teneur en fer, en silicium et en sodium, des aluminiums ou des alliages servant à la fabrication des bidons et des gamelles de l'armée. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fixation et la nitrification de l'azote dans les terres arables.* Note de M. **P.-P. Dehérain**.

« La nitrification, on le sait depuis longtemps, est une fermentation à allures lentes; il faut souvent, au printemps, attendre plusieurs semaines pour voir les nitrates apparaître dans des sols placés cependant dans des conditions favorables au travail des ferments. Cette lenteur de la nitrification est absolument nuisible aux intérêts de la culture, car c'est au printemps que l'azote assimilable est nécessaire aux plantes cultivées; aussi, sommes-nous contraints de répandre du nitrate de soude pour suppléer à l'insuffisance de la nitrification de l'azote du sol.

» J'ai montré cependant, il y a plusieurs années déjà ([1]), que des terres exposées à l'air, dans des locaux où elles sont à l'abri du refroidissement et de la dessiccation que supportent les terres en place, élaborent d'énormes quantités de nitrates. Ayant remarqué, en outre, que la nitrification apparaît plus vite dans un sol stérilisé, puis réensemencé avec une terre où la formation des nitrates est en pleine activité, qu'avec une

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1091; 1893. — *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 401.

autre où leur production est restreinte, je résolus de conserver des lots de terre en pleine nitrification pendant tout l'hiver, afin de les employer, au printemps, à l'ensemencement des terres en place, dans l'espoir d'y provoquer une formation rapide des nitrates.

» Les épandages de terres nitrifiantes, en 1896 et cette année même, n'ont pas conduit à des résultats bien précis; et je n'entretiendrais pas l'Académie de ces essais, si je n'avais observé, dans les terres étalées pendant l'hiver, quelques faits intéressants.

» A l'automne de 1895, je fis disposer dans une boxe vide d'une bouverie des usines de Bourdon, dans la Limagne d'Auvergne, 1^{mc} environ de deux terres, provenant, l'une du domaine de Marmilhat, l'autre de celui de Palbost, situés l'un et l'autre dans le Puy-de-Dôme.

» Ces terres, déposées sur le pavé bien balayé de la stalle, étaient séparées par des planches du passage où circulent les animaux; ce passage est plus bas que le sol de la stalle qui ne pouvait recevoir aucune infiltration de purin; l'étable n'est, au reste, habitée que pendant les trois mois que dure la fabrication du sucre. Les terres furent remuées à la bêche et arrosées d'eau pure, à plusieurs reprises; la proportion d'humidité y fut maintenue entre 20 et 25 centièmes.

» Des échantillons furent envoyés au Muséum à intervalles à peu près réguliers, afin qu'on pût y suivre les progrès de la nitrification; des échantillons de 50^{gr} étaient lavés pour extraire les nitrates, qu'on a dosé en mesurant le bioxyde d'azote d'après la méthode si commode réglée par M. Schlœsing; on a toujours absorbé le bioxyde d'azote par le sulfate de fer. Une fraction de la terre lavée, puis séchée, a été employée au dosage de l'azote organique par la méthode Kjeddalh.

» La nitrification a fait dans ces terres des progrès rapides; mais, et c'est là le point sur lequel je veux insister, la quantité d'azote organique a beaucoup moins diminué que ne s'est accru l'azote des nitrates, de telle sorte que l'azote total a augmenté dans une très forte proportion.

» On jugera de la marche du phénomène par les nombres suivants :

Fixation et nitrification de l'azote dans un lot de terre de Palbost.

Date des prises d'échantillons.	Azote nitrique par kilogramme.	Azote organique par kilogramme.	Azote total par kilogramme.
	gr	gr	gr
Décembre 1895	0,140	3,130	3,270
Janvier 1896	0,450	3,290	3,740

Date des prises d'échantillons.	Azote nitrique par kilogramme.	Azote organique par kilogramme.	Azote total par kilogramme.
	gr	gr	gr
Février 1896.......	0,830	»	»
Juin »	0,880	»	»
Septembre »	1,080	3,040	4,120
Décembre »	0,950	2,800	3,750
Mars 1897.......	1,660	2,570	4,230

» L'augmentation de l'azote nitrique est continue, sauf pour le dosage de décembre 1896; l'azote organique, d'abord à peu près constant, a diminué en décembre 1896 et mars 1897, mais cette diminution est bien loin de compenser le gain de l'azote nitrique, de telle sorte que l'azote total passe de $3^{gr},270$ à $4^{gr},230$, c'est-à-dire qu'il a augmenté de près d'un quart.

» La terre provenant du domaine de Marmilhat, placée dans les mêmes conditions que celle de Palbost, a donné encore des chiffres plus significatifs; ils sont inscrits dans le Tableau suivant :

Fixation et nitrification de l'azote dans un lot de terre de Marmilhat (Puy-de-Dôme).

Dates des prises d'échantillons.	Azote nitrique par kilogr.	Azote organique par kilogr.	Azote total.
	gr	gr	gr
Décembre 1895........	0,230	»	»
Janvier 1896........	0,580	2,870	3,450
Février »	1,010	2,580	3,590
Juin »	1,260	2,650	3,910
Septembre »	1,200	2,650	3,850
Décembre »	1,420	2,790	4,210
Mars 1897........	2,320	2,640	4,960

» Tandis que l'azote des matières organiques n'a subi que des changements insignifiants, l'azote nitrique a décuplé; l'azote total a augmenté du tiers.

» Comment interpréter ces résultats? La disposition des expériences ne permettait pas de supposer des infiltrations de purin; on ne pouvait pas supposer davantage que des vapeurs ammoniacales aient pu se fixer sur la terre, d'autant moins que, ainsi que je l'ai dit déjà, l'étable n'est habitée que pendant quelques mois de l'année. Toutefois, ces terres étaient éloi-

gnées de ma surveillance et, avant de conclure que l'augmentation d'azote constatée était due à la fixation de l'azote libre de l'atmosphère, j'ai disposé de nouvelles expériences dans le bâtiment de la station de Grignon, dans lequel ne séjourne aucun animal.

» Au mois de novembre 1896, on a disposé, sur les carreaux bien balayés, un lot de terre d'une vingtaine de kilogrammes prise dans un champ voisin ; cette terre a été arrosée et remuée au râteau de temps à autres; les dosages ont conduit aux nombres suivants :

Fixation et nitrification de l'azote dans une terre de Grignon (Seine-et-Oise).

Date des prises d'échantillons.	Azote nitrique par kilogramme.	Azote organique par kilogramme.	Azote total par kilogramme.
	gr	gr	gr
Novembre 1896.....	0,0	1,720	1,720
6 Janvier 1897.....	0,156	»	»
20 » »	0,212	»	»
27 » »	0,237	1,680	1,917
18 Février »	0,219	1,760	1,979
3 Mars »	0,256	1,680	1,936
22 » »	0,310	1,720	2,030
31 » »	0,320	1,770	2,090
14 Avril »	0,395	1,970	2,360
8 Mai »	0,358	1,970	2,328
7 Juin »	0,390	1,900	2,290

» On observe donc encore à Grignon, dans des conditions telles qu'il faut absolument écarter toute idée d'intervention d'azote ammoniacal, une fixation d'azote considérable. Elle porte : sur l'azote des nitrates qui, nul au début, s'élève à $0^{gr},390$ au mois de juin ; sur l'azote organique, qui passe de $1^{gr},720$ à $1^{gr},900$, de telle sorte que l'augmentation totale s'élève à $0^{gr},550$, c'est-à-dire qu'elle représente le tiers de l'azote primitif.

» La grande découverte de la fixation de l'azote libre dans le sol, par action microbienne, qu'a faite M. Berthelot, il y a quelques années, n'a pas besoin de confirmation; il m'a paru intéressant cependant de montrer que lorsque certaines conditions sont réalisées, on observe à la fois une fixation d'azote notable et une nitrification énergique.

» La dessiccation lente et progressive exerce d'une terre à l'autre des influences très variables : à partir de janvier 1897, on laisse un lot de terre de Grignon étalé dans le bâtiment de la station, sans arrosage; au début

elle renferme par kilogramme $0^{gr},237$ d'azote nitrique et $1^{gr},68$ d'azote organique; le 14 avril, bien que la quantité d'eau ne fut plus que de 7,30 centièmes, on y trouvait $0^{gr},674$ d'azote nitrique, $1^{gr},950$ d'azote organique, par conséquent $2^{gr},624$ d'azote total; le gain avait donc été très notable. D'autre part, on a recommencé tout récemment le dosage de l'azote nitrique dans l'échantillon de terre de Marmilhat arrivé au Muséum en mars 1897; en quatre mois la nitrification n'y avait fait que des progrès insignifiants, l'azote nitrique y avait passé de $2^{gr},320$ par kilogramme à $2^{gr},380$; la terre renfermait cependant encore 16,5 centièmes d'humidité, quantité insuffisante pour provoquer la nitrification, car $0^{gr},110$ d'azote ammoniacal avait apparu.

» Si les dessiccations lentes sont parfois sans influence fâcheuse, les dessiccations brusques que subissent les terres en place quand la pluie fait défaut, abaissent beaucoup la formation des nitrates; j'ai rappelé, tout récemment, que dans les terres en jachère de Grignon, elle varie de 100^{kg} à 200^{kg} d'azote nitrique par hectare et par an, suivant que la bonne saison est sèche ou pluvieuse.

» Il semble que le travail des ferments ne présente une grande efficacité que lorsqu'il est continu, et je n'ai observé la fixation et la nitrification de quantités notables d'azote que dans des terres maintenues à l'abri des oscillations brusques de température et d'humidité. Sur ces deux conditions de réussite, l'une nous échappe : on ne peut empêcher un champ de s'échauffer pendant le jour et de se refroidir pendant la nuit, mais à l'aide des irrigations, on peut le maintenir humide. On serait ainsi ramené, par une autre voie, à la conclusion d'une Communication précédente ([1]), à savoir : que si l'on entreprenait, partout où cela est possible, les travaux nécessaires à l'irrigation des terres, on en accroîtrait prodigieusement la fertilité, tout en restreignant les dépenses d'engrais azotés, puisque la nitrification s'y établirait aux dépens d'azote prélevé sur l'atmosphère.

» Quand, en effet, on examine de près les dosages précédents, on voit que les gains constatés portent surtout sur l'azote des nitrates; or, l'azote de l'humus a baissé seulement dans les dernières observations portant sur la terre de Palbost, il n'a guère varié dans la terre de Marmilhat, où l'énorme gain de 2^{gr} d'azote nitrique par kilogramme a porté exclusivement sur de l'azote nouvellement acquis; dans la terre de Grignon, l'azote nitrique s'est accru en plus grande proportion que l'azote organique. Il semble

([1]) Ce Volume, page 209.

donc que ce soit l'azote récemment fixé qui ait été nitrifié et l'on peut imaginer, en effet, que les générations de microbes fixateurs d'azote, qui se succèdent dans le sol, donnent par leur décomposition de l'ammoniaque qui deviendrait aussitôt la proie des ferments nitreux et nitrique.

» S'il en est bien ainsi, si la formation des nitrates porte surtout sur l'azote fixé, les cultivateurs devront chercher à introduire dans leurs sols les éléments nécessaires à la fixation de l'azote. M. Gautier a rappelé récemment qu'il ne l'a observé que dans les sols chargés d'humus et M. Berthelot a établi, avec une grande élévation de pensée et de langage, que la fixation de l'azote est corrélative de la destruction de la matière organique, que les microbes fixateurs d'azote sont solidaires des végétaux à chlorophylle fixateurs de carbone et nous trouvons ainsi de nouvelles raisons de préconiser l'emploi du fumier de ferme et celui des engrais verts sur lesquels j'ai appuyé bien souvent. Ces engrais vaudraient non seulement par l'azote qu'ils renferment, comme on l'enseigne d'ordinaire, mais aussi par leur matière carbonée dont la destruction est nécessaire à la vie et à l'activité des ferments qui fixent dans le sol l'azote atmosphérique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'intoxication par la sueur de l'homme sain*. Note de M. **S. Arloing**.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 26 juillet dernier, nous avons exposé brièvement l'ensemble des caractères de l'intoxication par la sueur, et, avec quelques détails, les troubles imprimés à la circulation. Aujourd'hui, nous voudrions développer de la même manière les troubles imprimés à d'autres fonctions, en prenant toujours pour type l'empoisonnement du chien.

» *a*. Les phénomènes mécaniques de la respiration sont modifiés dans leur nombre, leur amplitude et leur forme.

» Nous avons déjà signalé, dans la Note précédente, la perturbation profonde subie par la respiration, peu de temps après l'introduction de la première dose de sueur dans le sang. Cette perturbation, caractéristique d'une vive excitation, se modifie à la suite des injections subséquentes et consiste alors en un allongement considérable de la phase expiratoire. Peu à peu, au fur et à mesure que l'animal tombe dans une sorte d'état hypnotique, les mouvements respiratoires diminuent de nombre, augmentent d'amplitude et infligent à la pression artérielle des oscillations très accusées. De plus, l'inspiration se fait souvent en deux temps très marqués. Enfin, les courbes pneumographiques sont hérissées de légers accidents, déterminés par les frissons ou les trem-

blements qui agitent le corps du sujet à cette période. Nous citerons enfin les modifications qui précèdent et accompagnent les vomissements habituels à cette phase de l'intoxication.

» Si, comme nous l'avons fait dans l'étude des troubles circulatoires, nous enregistrons les mouvements respiratoires huit à dix heures après la dernière injection, à la phase de la prostration, nous observons que la respiration a repris sa fréquence initiale, mais qu'elle a peu d'amplitude; que l'inspiration est brusque, convulsive; que le thorax s'affaisse d'abord rapidement, puis avec une lenteur telle que l'on croirait à l'existence d'une longue pause en expiration.

» Dans une expérience que nous donnerons comme moyenne, on comptait 21 respirations par minute avant les injections, 9 après les injections dans la phase hypnotique, 20 dans la phase de prostration.

» En résumé, plus par la modification de leur forme que par celle de leur nombre, les mouvements respiratoires démontrent que leurs centres nerveux sont impressionnés par les poisons sudoraux.

» *b.* La température moyenne centrale s'abaisse ordinairement au cours des injections intra-veineuses; mais elle se relève rapidement et, au bout de quatre heures environ, dépasse la température initiale de 1°,5 à 2°. Il n'est pas nécessaire d'arriver à la dose toxique pour provoquer l'hyperthermie; on l'observe presque au même degré après l'injection d'une dose faible ou moyenne. Elle coïncide avec des frissons généralisés, dure deux heures environ, subit ensuite une prompte diminution de 0°,5 à 1° et oscille plus ou moins longtemps autour de cette température fébrile. Alors, de deux choses l'une : ou bien le sujet doit guérir, et, dans ce cas, la température revient peu à peu à la normale les jours suivants; ou bien il doit succomber, et, en cette occurrence, la température descend assez rapidement au-dessous de l'initiale. Il est très rare que le malade ne meure pas en hypothermie. Quand la dose est considérable ou lorsque la sueur est hypertoxique, la température descend de plus en plus, sans se relever après l'injection, jusqu'à la mort.

» *c.* Outre les modifications du système nerveux cardio-pulmonaire, nous devons citer l'influence exercée par les injections de sueur sur le centre nauséeux et sur la moelle épinière.

» Il est impossible de nier les relations de cause à effet qui peuvent exister entre les vomissements et la violente congestion gastro-duodénale déterminée par le poison sudoral; néanmoins, nous pouvons affirmer une action immédiate de ce poison sur le centre nauséeux, car nous avons observé le vomissement au début d'injections pratiquées avec des extraits concentrés, avant l'établissement des phénomènes congestifs. La sueur sécrétée pendant et après le travail musculaire est plus vomitive que le produit de la sécrétion provoquée artificiellement après un repos prolongé.

» L'action sur la moelle épinière s'est manifestée à plusieurs reprises par une faiblesse excessive des membres postérieurs et de la région lombaire.

» Nous citerons encore, comme preuve d'un effet sur l'axe nerveux, les frissons et les tremblements qui finissent par envahir presque tous les groupes musculaires, frissons et tremblements mis en jeu rythmiquement par les inspirations, et, chez quelques

sujets, des mouvements choréiformes des membres et des contractions spasmodiques du diaphragme.

» Enfin, dès que la sueur se répand dans le sang, elle exerce une action excitante immédiate sur le plan musculaire de l'intestin.

» *d*. L'un des effets les plus remarquables de l'empoisonnement par la sueur est celui qui s'exerce sur la masse globulaire du sang. Celle-ci diminue rapidement, dès le premier jour, et met assez longtemps à se reconstituer lorsque l'empoisonnement n'entraîne pas nécessairement la mort. Ainsi, sur deux chiens, quatre heures après les injections, alors que la réaction fébrile touchait à son maximum, le nombre des globules avait diminué environ de 1 000 000 par millimètre cube. Le lendemain, la température étant revenue à la normale, le nombre des globules était tombé, sur l'un, de 5 940 000 à 3 732 000, sur l'autre de 5 100 000 à 3 280 000. Un mois plus tard, les sujets étaient encore en hypoglobulie; cependant, sous ce rapport, ils tendaient à revenir vers l'état normal.

» L'hypoglobulie s'accompagne d'un amaigrissement considérable; en trois ou quatre jours, les malades perdent plus d'un tiers de leur poids.

» Lorsque la maladie se prolonge un certain temps, on ne trouve plus de sucre ni dans le sang ni dans le foie au moment de la mort. A ce moment aussi, l'urine est albumineuse.

» Les phénomènes de la nutrition et de la sécrétion urinaire sont donc plus ou moins profondément modifiés par la présence de la sueur dans le sang. Nous avons tenu à nous en assurer encore par l'étude plus approfondie de l'excrétion et de la composition chimique de l'urine chez des animaux soumis à une alimentation uniforme et calculée de manière à réaliser l'état statique de l'organisme.

» Immédiatement après l'introduction du poison, la proportion d'urée, de chlorures et de phosphates augmente dans l'urine. Tandis que les chlorures atteignent leur maximum au bout de vingt-quatre heures, l'urée et les phosphates ne l'atteignent qu'après quarante-huit heures. Cette proportion baisse ensuite graduellement. Au bout de cinq jours, les phosphates baissent toujours, bien que plus lentement; au contraire, la proportion des chlorures et de l'urée est en train de se relever.

» Mais, si l'on tient compte de la quantité d'urine sécrétée, on s'aperçoit que la quantité totale de ces corps, éliminée pendant les cinq jours succédant aux injections, reste légèrement au-dessous de la quantité normale. Les chlorures présentent la différence la plus grande; viennent ensuite l'urée et enfin les phosphates; sur ces derniers, la différence est minime.

» *e*. Si, maintenant, nous examinons les symptômes de l'empoisonnement chez le lapin, nous aurons l'occasion de montrer des analogies et des différences. Naturellement, on n'observe pas de vomissements; mais on constate les frissons, l'hyperthermie, la tristesse, la prostration, et quelquefois la parésie des membres postérieurs. Les premières doses éveillent des contractions de l'intestin très vives, qui soulèvent çà et là les parois de l'abdomen. Le pouls s'accélère beaucoup. Le flanc est secoué par des respirations rapides et saccadées. Nous avons noté la constriction des petits vaisseaux de l'oreille, mais la pupille conserve toute sa mobilité. A la fin, l'animal tombe

dans l'hébétude; des râles embarrassent sa respiration; la sensibilité cornéenne diminue, et quelques convulsions mettent un terme à la maladie.

» *f.* Quant au cobaye, il devient triste, frissonnant, hérissé; il se ramasse en boule; sa respiration est très accélérée; de temps en temps, il fait entendre de petites plaintes; enfin, il succombe sans offrir de troubles plus caractéristiques.

» En résumé, si nous jetons un coup d'œil sur le tableau symptomatique exposé dans cette Note et la précédente, nous avons la conviction que la sueur renferme des substances nocives énergiques, troublant plus ou moins tous les systèmes organiques, frappant sur les phénomènes intimes de la nutrition, modifiant la composition du milieu intérieur, substances dont les propriétés possèdent plus d'une analogie avec celles de certaines toxines microbiennes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tétraméthyldiamidodiphényldianthranoltétraméthylédiamidé symétrique de l'oxanthranol correspondant.* Note de MM. A. Haller et A. Guyot.

« M. O. Fischer [1] a déjà essayé de condenser l'acide tétraméthyldiamidodiphénylméthane-ortho-carbonique, pour le transformer en dérivé anthranolique suivant la méthode de M. Baeyer, mais il n'a obtenu qu'un produit amorphe et brun, qu'il n'a d'ailleurs pas analysé. Cette condensation s'effectue facilement si l'on opère au sein de la diméthylaniline et si l'on emploie, au lieu de l'acide sulfurique, de l'oxychlorure de phosphore comme agent condensant. Le produit qu'on obtient ainsi cristallise dans le toluène bouillant, en beaux feuillets jaunes renfermant 1 molécule de toluène de cristallisation. Ce produit séché sur de l'acide sulfurique répond à la formule $C^{48}H^{48}Az^{4}O^{2} + C^{7}H^{8}$. Séché à 130°, il perd cette molécule de toluène et possède alors la formule $C^{48}H^{48}Az^{4}O^{2}$.

» Le point de fusion approximatif de ce composé est de 275°. Comme tous les anthranols, il est très oxydable, surtout à chaud, ce qui empêche de lui assigner un point de fusion très net. En effet, si on le chauffe, il devient fortement phosphorent, bien avant d'entrer en fusion, et il est facile de démontrer que cette phosphorescence est due à une oxydation, car le produit oxydé se dissout dans l'acide sulfurique concentré, et froid avec la *coloration rouge de l'oxanthranol,* tandis que le produit non chauffé à l'air

(1) *Annalen der Chemie,* t. CCVI, p. 102.

se dissout dans le même acide avec la *coloration jaune* des *anthranols*.

» Ainsi que nous l'avons montré plus haut, ce composé se combine à du toluène et si, par analogie avec les réactions anthranoliques, on lui assignait la formule

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C-C^6H^4Az(CH^3)^2\\ |\\ COH\end{array}\right\rangle C^6H^3-Az(CH^3)^2,$$

qui est celle d'un diméthylamidophényldiméthylamidoanthranol, cette molécule serait combinée avec $\frac{1}{2}$ molécule de toluène de cristallisation. Cette circonstance et le fait de la préparation, par MM. Orndorff et Bliss ([1]), d'un dianthranol simple, nous ont déterminés à prendre le poids moléculaire de notre composé, par la méthode cryoscopique, au sein de l'acide acétique cristallisable. Une série de déterminations, faites à des concentrations diverses, nous ont donné des nombres variant entre 630 et 650, alors que le poids moléculaire simple serait de 356 et celui du composé double $C^{48}H^{48}Az^4O^2$, 712. Il est donc probable que ce dérivé possède bien cette dernière formule, et, par analogie avec le dianthranol, on peut le considérer comme ayant la constitution

$$\begin{array}{ccc} {}^2(CH^3)Az-C^6H^4 & & C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ \quad\diagdown C\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-C\diagup & & \\ {}^2(CH^3)AzC^6H^3\left\langle\begin{array}{c}C\\ \\ HOC\end{array}\right\rangle C^6H^4 & C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C\\ \\ COH\end{array}\right\rangle C^6H^3.Az(CH^3)^2, & \\ \quad HOC\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-\!-COH & & \end{array}$$

ce qui en ferait un *tétraméthyldiamidodiphényldianthranoltétraméthylédiamidé symétrique*.

» *Tétraméthyldiamidophényloxanthranol*. — Une solution acide du composé précédent, oxydée quantitativement, au moyen d'une liqueur de bichromate de potasse ou au moyen de perchlorure de fer, donne naissance à un bleu très pur et très intense qui ne vire pas, même en présence d'un grand excès d'acide minéral, mais qui se décolore, lentement à froid, rapidement à chaud, en laissant déposer, si les solutions sont assez concentrées et l'acide pas trop en excès, de petites aiguilles blanches très solubles dans le chloroforme et la nitrobenzine, très peu dans l'alcool, l'éther, la benzine et le toluène. On peut aussi les obtenir en prismes assez volumineux, fondant à 213°, et qu'il est très difficile d'obtenir complètement blancs. Ces aiguilles se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré avec une belle coloration rouge, comme tous les oxanthranols.

([1]) *American Chem. Journ.*, t. XVIII, p. 457.

» Deux déterminations cryoscopiques, au sein de la nitrobenzine, ont donné les nombres 371 et 354. La formule

$$C^6H^4 \langle \overset{\overset{HO \diagup C^6H^4Az(CH^3)^2}{C}}{\underset{C}{}} \rangle C^6H^3Az(CH^3)^2$$

exige 372.

» Le produit est donc bien du tétraméthyldiamidophényloxanthranol, quoique ses propriétés ne répondent en rien au soi-disant vert phtalique de M. O. Fischer. La matière colorante si fugace qu'on observe d'abord par oxydation de l'anthranol n'est autre chose que l'éther chlorhydrique de ce carbinol

$$C^6H^4 \langle \overset{\overset{Cl \diagup C^6H^4Az(CH^3)^2}{C}}{\underset{CO}{}} \rangle C^6H^3Az(CH^3)^2,$$

qui subit une hydrolyse et se transforme en carbinol incolore et acide chlorhydrique libre, et c'est ce carbinol incolore qui constitue les aiguilles blanches qu'on observe dans la solution décolorée. L'expérience suivante montre bien qu'il en est ainsi : Si l'on dissout dans l'acide sulfurique concentré ces aiguilles blanches, constituées par l'anthranol libre, on obtient de nouveau, en versant dans l'eau la solution sulfurique, un liquide d'un beau bleu, présentant toutes les propriétés de la solution bleue primitive, c'est-à-dire se décolorant lentement à froid, plus rapidement à chaud, avec précipitation d'aiguilles blanches sur lesquelles on peut répéter indéfiniment la même réaction.

» Le chlorozincate de la matière colorante est relativement plus stable. Il s'isole en petites aiguilles à reflets bronzés, quand on ajoute une solution concentrée de chlorure de zinc à la solution de la matière colorante avant qu'elle soit décolorée. Cependant, on voit peu à peu ces petites aiguilles faire place, au bout de quelques jours, à des cristaux incolores, constitués sans doute par le chlorozincate de la forme incolore. Ces cristaux sont eux-mêmes hydrolysables par l'eau bouillante; il se forme du chlorure de zinc et de l'acide chlorhydrique, tandis que l'oxanthranol se dépose sous la forme d'une poudre cristalline.

» En résumé, les conditions dans lesquelles nous avons opéré, la composition du corps que nous avons obtenu, l'ensemble de ses propriétés, nous permettent de conclure que nous sommes en présence du diméthylamidophényloxanthranoldiméthylé amidé. Or, ce composé, ne répondant pas aux caractères trouvés au vert phtalique de M. O. Fischer, il en résulte qu'il faut assigner à ce vert une autre constitution. Dans une prochaine Communication, nous aborderons cette question, en nous basant sur les faits relatés dans notre première Note. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** transmet à l'Académie, pour être soumis à la Commission des paratonnerres, sept nouveaux Rapports sur des coups de foudre qui ont frappé divers bâtiments du service de l'Artillerie.

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

ASTRONOMIE. — *Occultation du groupe des Pléiades par la Lune, le 23 juillet 1897, à Lyon.* Note de M. **Ch. André.**

« La préparation de cette occultation a été faite par M. Lagrula, et les observations par M. Le Cadet (GLC) à l'équatorial coudé et M. Guillaume (JG) à l'équatorial Brunner : les immersions ont eu lieu sur le bord éclairé et les émersions sur le bord obscur que la lumière cendrée rendait très visible; les conditions d'observation étaient d'ailleurs excellentes; les images calmes et les ondulations du bord éclairé de la Lune très faibles.

Cat. Wolf.	Désignation.	Gr.	Grossissement.	Observ.	Immersions.	Angles Pôle.	Émersions.	Angles Pôle.
					h m s	°	h m s	°
66	17 *b* Taureau ..	4,5		GLC	12.15.11,5	67	13. 9.58,9	256,5
			100	JG	15.10,9 (1)	66	9.58,6	
62	16 *g* Taureau ..	6,0		GLC	12.29.29,9	20		
			100	JG	30,9 (2)	23		
105	An. 4........	7,5		GLC	12.49.27 (3)	24,5	13.27.53,8	299,5
			100	JG			53,7	
115	20 *c* Taureau ..	4,5		GLC	12.57.48,9	18,5	13.31.39,8	305,5
			250	JG	48,5 (4)	19	39,9	305
147	23 *d* Taureau ..	5,5		GLC	13. 3.13,4 (5)	142,5	13.21.21,9	181
			100		13,6 (6)	142		
72		9,0		GLC			13.15.27,4	289
			100	JG			27,4	289
91	An. 1.........	8,5		GLC			13.19.33,4	230,5
			100	JG			33,2	230

(1) Treillis. Contact 0s,5 avant. Images calmes.
(2) En contact avec les franges d'ondulation 5s avant. Images agitées.
(3) ± 0s,5.
(4) Treillis. En contact 2s avant.
(5) Projeté sur le bord pendant huit secondes.
(6) Treillis. Contact 5s avant.

Cat. Wolf.	Désignation.	Gr.	Grossissement.	Observ.	Immersions.	Angles Pôle.	Émersions.	Angles Pôle.
226	An. 24........	7,5		GLC	13h.24m.55s (1)	70°,5	14h.25m.17s,8	251°
			100	JG			18,1	
227	η Taureau.....	3,0		GLC	13.25.39,3	111	14. 9.25,2	207,5
			250	JG	39,5	115 (2)	24,9 (3)	207
120	An. 7.........	8,3		GLC			13.29. 2,4	213,5
			100	JG			2,6	
109		9,0		GLC			13.32.35,7	284
280	An. 27........	8,8		GLC	13.34.57 (4)	76,5	14.46.55,5	245,5
			100	JG			55,1	
141	An. 8.........	8,0		GLC			13.47.48,0	254
			100	JG			48,2	253
143	An. 9.........	8,2		GLC			13.48.35,3	252
			100	JG			35,2	251
169	An. 11........	9,0		GLC			13.52.18,5	225,5
			100	JG			18,6	225
300		7,5		GLC	13.53. 6,3	75,5		
151	An. 10........	7,7		GLC			13.55.27,9	262,5
			100	JG			28,0	261
202	An. 15........	8,8		GLC			14. 8.15,3	218,5
			100	JG			15,4	
212	24 *p* Taureau ..	7,0		GLC			14. 8.22,1	213,5
			100	JG			22,3	
209	An. 18........	8,2		GLC			14.10.25,6	220,5
			100	JG			25,4	
365	An. 31........	8,5		GLC	14.15.54 (5)	76,5	15.20.37,0	244,5
			100	JG			37,2	
369	An. 32........	7,5		GLC	14.17.52 (6)	81,5	15.21.54,9	238
			100	JG			21.54,7	238
376		8,5		GLC	14.23.11,7 (7)	116,5	15. 8. 1,2	204
			100	JG			1,1	203
418	An. 37........	8,5	100	GLC	14.35.57,4 (8)	98	15.33.40,8	221,5
447		8,5	100	GLC	14.52.51 (9)	76,5		

(1) Correction estimée + 1s.
(2) L'étoile reste collée à la Lune une fraction de seconde.
(3) L'étoile disparaît au moment où l'observateur finit de couvrir l'objectif avec le treillis.
(4) Extinction. Correction estimée + 2s.
(5) Extinction. Correction estimée + 1s,5.
(6) Extinction. Correction estimée + 0s,5.
(7) Dixième incertain.
(8) Dixième incertain.
(9) Extinction. Correction estimée + 1s.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces isothermiques.* Note de M. A. PELLET.

« Soit $\mathcal{A}^2 dt^2 + \mathcal{B}^2 du^2$, le carré de l'élément linéaire de la sphère de rayon 1; on a

$$\mathcal{A}\mathcal{B} = -\mu'_t - \lambda'_u,$$

en posant $\lambda = \frac{\mathcal{A}'_u}{\mathcal{B}}$, $\mu = \frac{\mathcal{B}'_t}{\mathcal{A}}$. Les coefficients A, B du carré de l'élément linéaire, $A^2 dt^2 + B^2 du^2$, de toute surface admettant la représentation sphérique donnée et pour lignes de courbure des courbes de paramètre t et u, satisfont aux équations

$$\frac{A'_u}{B} = \lambda, \qquad \frac{B'_t}{A} = \mu, \qquad R = \frac{A}{\mathcal{A}}, \qquad R_1 = \frac{B}{\mathcal{B}},$$

R et R_1 étant les rayons de courbure principaux.

» Si ces équations admettent le système de solutions $A = e^{\nu_1} T$, $B = e^{\nu_1} U$, T ne dépendant que de t et U de u, la surface correspondante sera isothermique; on aura

$$\lambda = \frac{T}{U}\nu'_{1u}, \qquad \mu = \frac{U}{T}\nu'_{1t}, \qquad \frac{\partial}{\partial t}\frac{\lambda U}{T} = \frac{\partial}{\partial u}\frac{\mu T}{U},$$

équations qui déterminent les valeurs possibles de T, U, ν_1.

» Soit $\lambda = \nu'_u$, $\mu = \nu'_t$. On aura d'abord les surfaces isothermiques $A = B = e^{\nu}$, $A = -B = e^{-\nu}$; pour trouver les autres, s'il y en a, posons $\frac{1}{T^2} = x$, $\frac{1}{U^2} = y$; il viendra

$$\nu'_{1x} = \sqrt{\frac{y}{x}}\nu'_x, \qquad \nu'_{1y} = \sqrt{\frac{x}{y}}\nu'_y, \qquad 2\nu''_{xy}(x - y) - \nu'_x + \nu'_y = 0,$$

$$A = e^{\pm\nu_1}\frac{1}{\sqrt{x}}, \qquad B = \pm e^{\pm\nu_1}\frac{1}{\sqrt{y}}.$$

» Soit $\nu = \alpha l[f(t) - f_1(u)]$, α étant constant. On a les deux systèmes de solutions, où h désigne une constante arbitraire :

$$x = f(t) + h = \frac{1}{T^2}, \qquad y = f_1(u) + h = \frac{1}{U^2}, \qquad \nu_1 = \alpha l \frac{\sqrt{x} - \sqrt{y}}{\sqrt{x} + \sqrt{y}};$$

$$x = [f(t) + h]^2, \qquad y = [f_1(u) + h]^2, \qquad \nu_1 = \alpha l\left(\frac{1}{\sqrt{y}} - \frac{1}{\sqrt{x}}\right).$$

Supposons $\mathcal{A} = \mathcal{B} = [f(t) - f_1(u)]^\alpha$; on aura la solution

$$A = e^\nu \frac{1}{\sqrt{x^{\alpha+1} y^\alpha}}, \quad B = e^\nu \frac{1}{\sqrt{x^\alpha y^{\alpha+1}}}, \quad R = \frac{1}{\sqrt{x^{\alpha+1} y^\alpha}}, \quad R_1 = \frac{1}{\sqrt{x^\alpha y^{\alpha+1}}}.$$

» Pour $\alpha = \frac{1}{2}$, les lignes asymptotiques de la surface correspondante ont une courbure nulle; par suite, la surface est du second degré, ce qui détermine les fonctions $f(t), f_1(u)$ dans ce cas.

» *Nota.* — Dans les deux dernières équations de ma Note du 14 juin, se trouve une erreur de signe; ces équations n'admettent la solution $\varphi =$ const. que pour les surfaces à courbure moyenne constante. »

PHYSIQUE. — *Appareil léger pour la détermination rapide de l'intensité de la pesanteur.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Mascart.

« L'appareil à mesure rapide de l'intensité de la pesanteur que je vais soumettre cet été à une étude sur le terrain se compose d'un pendule invariable et d'un chronomètre à éclairs.

» *Pendule.* — Le pendule bat le quart de seconde (période $0^s,5$) et pèse une centaine de grammes. L'ensemble du support, environ deux cents fois plus lourd, a été étudié de telle sorte que le réglage complet de l'appareil, depuis l'arrivée au lieu d'observation jusqu'au commencement des lectures, exige à peine dix minutes. La comparaison avec le chronomètre se fait en vingt minutes avec toute la précision nécessaire; un arrêt d'une heure permet de faire deux comparaisons en un même point. On peut ainsi espérer faire plusieurs déterminations par jour, pourvu que l'on puisse compter sur la régularité du chronomètre, et éviter les déterminations fréquentes de l'heure astronomique.

» *Chronomètre.* — J'ai donc étudié tout particulièrement le chronomètre.

» 1° Le balancier n'a subi *aucune* modification.

» 2° Le chronomètre est employé dans la position horizontale pour laquelle il est construit.

» 3° Sur l'axe de la roue d'échappement a été monté un petit disque d'aluminium, muni de quinze fentes radiales (dont une élargie pour servir de repère); au-dessus du disque se trouve une lame de laiton noirci, percée d'un petit trou ($0^{mm},2$) et d'une large ouverture (2^{mm} sur 4^{mm}) traversés par un fil de cocon. On peut changer la position du trou par rapport au disque mobile, en le faisant avancer dans une coulisse. La durée

des éclairs produits par le passage de la fente devant le trou éclairé, au moment du déclenchement de la détente, peut ainsi varier, au gré de l'observateur, de $0^s,01$ environ à $0^s,0002$, comme le montre la netteté des images réfléchies sur le pendule oscillant. Des ouvertures convenables et des prismes à réflexion totale permettent d'envoyer sur le trou la lumière éclatante d'une petite lampe à acétylène.

» Cette lumière traverse un objectif de lunette placé près du fond de la boîte du chronomètre, se réfléchit sur la face supérieure, polie, du pendule, revient à travers l'objectif former une image du trou dans la large ouverture voisine. Le pendule étant au repos, on amène l'image du fil de cocon du petit trou en coïncidence avec le fil de la large ouverture; ces images sont observées au moyen d'un objectif de microscope (n° 0) solidaire de l'objectif inférieur, et d'un oculaire indépendant muni d'une échelle divisée. En rejetant les deux objectifs sur le côté, le chronomètre peut être rendu libre dans sa boîte, pour le transport.

» 4° Pour l'étude de la marche du chronomètre, l'observation la plus importante est celle de l'amplitude du balancier. Probablement toutes les causes de variation de la période (autres que la température) agissent au premier ordre sur l'amplitude, au second ordre seulement sur la période. Je pense donc qu'un chronomètre dont l'amplitude est invariable a une marche absolument régulière. C'est ce que des comparaisons répétées avec le pendule permettront de contrôler.

» La moitié du fond de laiton du chronomètre a été remplacée par une glace; il est facile de renverser le chronomètre et, par un éclairage convenable, de suivre les variations d'amplitude. Cet examen a mis hors de doute une variation brusque de phase (de quelques millièmes de seconde au plus) révélée par les coïncidences sonores avec un excellent chronomètre de Winnerl, a permis d'en étudier les détails, d'en découvrir la cause et finalement d'y remédier complètement (novembre 1895-juin 1896). Des irrégularités analogues doivent se produire dans beaucoup de chronomètres anciens, par suite de très petites inégalités d'usure (2^μ ou 3^μ) des dents, que l'examen microscopique des roues révèle immédiatement.

» *Dans un chronomètre de précision, le balancier devrait être complètement visible au-dessus du cadran* [1]. »

---

[1] Je tiens à remercier l'habile horloger de la Marine, M. Fournier, du soin qu'il a apporté à la construction des pièces additionnelles, et du précieux concours qu'il m'a apporté pour toute une série de réglages de détail pendant ces deux dernières années.

PHYSIQUE. — *Sur les déformations permanentes du verre et le déplacement du zéro des thermomètres.* Note de M. L. **Marchis**, présentée par M. Mascart.

« Je me propose, dans cette Note, d'énoncer quelques-unes des lois qui régissent le déplacement du zéro des thermomètres. Je n'ai pu coordonner les divers faits présentés par l'étude des modifications permanentes du verre que grâce à une théorie de M. Duhem, théorie encore inédite, mais qu'il a bien voulu me communiquer.

» D'après M. Duhem, l'état d'un morceau de verre peut être considéré comme défini par la température absolue T et par deux variables (¹) : le volume spécifique v que nous désignerons sous le nom de *variable élastique*, et d'autre part une variable chimique x, à laquelle nous donnerons le nom de *dureté*. Ces deux variables entrent dans les équations d'équilibre du problème sous la forme de termes tels que $f(x, v, T)\,|dx|$, la quantité $|dx|$ représentant la valeur absolue de la variation de la variable x. Le coefficient $f(x, v, T)$ a reçu de M. Duhem le nom de *coefficient d'hystérésis* (²), relatif à la variable x.

» L'étude d'un pareil système dépendant de deux variables affectées d'hystérésis est facilitée par la découverte du théorème suivant :

» *On peut remplacer l'étude du système complexe que nous venons de définir par l'étude comparée de deux systèmes : l'un dépendant uniquement de v et de* T ; *l'autre dépendant de x et de* T. *La combinaison des résultats de ces deux études donnera les propriétés du système complexe.*

» On comprend toute l'importance de ce théorème si l'on remarque que les propriétés de chacun des systèmes partiels donnent lieu à une représentation géométrique analogue à celle que l'on rencontre dans l'étude de l'*hystérésis magnétique*. On conçoit alors qu'une simple composition de segments suffise pour nous donner la solution du problème général énoncé plus haut.

(¹) La nécessité de cette considération de deux variables a été aperçue par Despretz (*Annales de Chimie et de Physique*, 2ᵉ série, t. LXIV) et par M. Ch. Ed. Guillaume (*Traité de la Thermométrie de précision*, p. 139 et 140), mais aucun d'eux n'a précisé, comme le fait M. Duhem, le caractère de ces deux variables.

(²) P. Duhem, *Mémoires des Savants étrangers à l'Académie de Belgique*, t. LIV. *Zeitschrift für physikalische Chemie*, Band. XXII, 4ᵉ Heft; 1897.

» Chacune des variables précédentes possède un caractère particulier de variation que nous allons indiquer.

» Prenons d'abord la variable x et représentons géométriquement dans le plan TOx la variation de cette quantité. Les expériences de MM. Carl Barus et Vincent Strouhal ([1]), sur le recuit des métaux, ont conduit M. Duhem à donner une représentation géométrique dont l'aspect général est celui de la représentation que l'on rencontre dans l'étude des faux équilibres des systèmes endothermiques ([2]). Le plan TOx est donc divisé en quatre régions :

» 1° *Région des Recuits modérés.* — Si un thermomètre oscille entre deux températures T_0 et T_1, $T_0 < T_1$, de telle sorte que le point figuratif de son état se meuve dans cette région, *la variable x diminue sans cesse d'une manière appréciable.*

» 2° *Région des Recuits séculaires.* — Le point figuratif décrit des lignes sensiblement confondues entre elles : il faut un très grand nombre d'oscillations pour déceler l'existence de la *diminution* de x.

» 3° *Région des Trempes modérées.* — Le thermomètre oscillant entre les températures T_0 et T_1, si le point figuratif pénètre dans cette région, la variable x *augmente* au lieu de diminuer.

» 4° *Région des Trempes séculaires.* — La variable x *augmente* encore, mais il faut un très grand nombre d'oscillations entre T_0 et T_1 pour mettre en évidence cette variation.

» Le point figuratif de la variable élastique v décrit dans le plan TOv des lignes dont la forme générale rappelle la forme des lignes qui représentent la variation de l'intensité d'aimantation en fonction du champ magnétique. Au bout d'un petit nombre d'oscillations du thermomètre entre T_0 et T_1, le point figuratif décrit un cycle fermé $S_0 S'_0$ dont l'*aire a une valeur finie;* au contraire, le cycle fermé que peut décrire, dans les mêmes conditions, le point représentatif de la variable x a une *aire infiniment petite.*

» Prenons maintenant un thermomètre qui aille entre les températures T_0 et T_1 : quel sera l'effet résultant de l'action des deux variables ? Au bout d'un nombre suffisant d'oscillations, le point figuratif de l'état du thermomètre pourra être considéré comme décrivant un cycle fermé glissant avec

---

([1]) Carl Barus et Vincent Strouhal, *The electrical and magnetic properties of the iron carburets*, p. 43 (*Bulletin of the United States geological Survey*, n° 14; 1885).

([2]) Duhem, *Traité élémentaire de Mécanique chimique*, t. I, p. 235. — H. Pelabon, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 360; 1897. M. Pelabon y vérifie expérimentalement la forme indiquée *a priori* par M. Duhem.

une extrême lenteur. Ce mouvement très lent du cycle fermé est dû à l'existence de la variation séculaire de x : il faut, d'ailleurs, un très grand nombre d'oscillations pour mettre en évidence ce déplacement du cycle. Le point figuratif de l'état du thermomètre se trouve alors constamment dans la région des variations séculaires de la dureté : c'est alors que nous disons que le thermomètre est *très recuit*.

» Les propriétés des thermomètres très recuits seront très sensiblement celles d'un système ne dépendant que de la variable élastique; mais, dans le résultat final, il faudra tenir compte de l'existence de la variation séculaire dont nous venons de parler.

» Énonçons ces propriétés des thermomètres *très recuits;* l'expérience nous a permis de les étudier :

» 1° Prenons un thermomètre qui oscille entre deux températures T_0 et T_1, $T_0 < T_1$; au bout d'un nombre suffisamment grand d'oscillations, le point figuratif de l'état du système décrit un cycle fermé $S_0S'_0$. A ce moment, on fait osciller le thermomètre entre les températures T_0 et T_2, $T_2 > T_1$; le point figuratif décrit un cycle fermé $S_1S'_1$ plus élevé que le cycle $S_0S'_0$. Revenons enfin à faire des oscillations entre T_0 et T_1 : théoriquement, nous devons retrouver le cycle $S_0S'_0$; pratiquement, nous retrouvons ce cycle légèrement abaissé par recuit séculaire.

« 2° Un thermomètre qui a oscillé un certain temps entre T_0 et T_1 est tel que le point figuratif décrive le cycle fermé $S_0S'_0$. On porte cet instrument à une température T_3 assez peu élevée au-dessus de T_1 pour que le point figuratif de la variable x ne sorte pas de la région des variations séculaires de la dureté. Enfin, on ramène le thermomètre à osciller de nouveau entre T_0 et T_1. On retrouve le cycle $S_0S'_0$, légèrement déplacé par variation séculaire.

» 3°. Un thermomètre a fait un grand nombre d'oscillations entre T_0 et T_1; le point figuratif décrit dans le plan $TO\varphi$ le cycle fermé $S_0S'_0$. On produit un refroidissement lent de T_1 à T_0; le système suit sensiblement la ligne des états naturels; il y a *ascension* du zéro. Si l'on revient à osciller entre T_0 et T_1, le zéro descend et revient sensiblement occuper la position qu'il avait avant cette série d'opérations.

» Les cas que nous venons d'examiner sont les plus simples; il reste maintenant à étudier ce qui se passe lorsque, dans le plan TOx, le point figuratif sort de la région des variations séculaires de la dureté. Ce sera, si l'Académie veut bien nous le permettre, l'objet d'une prochaine Note (¹). »

(¹) Laboratoire de Physique théorique de la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux.

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité des gaz au voisinage de la pression atmosphérique*. Note de MM. **A. Leduc** et **P. Sacerdote**, présentée par M. Lippmann [1].

« L'un de nous a annoncé [2] que si l'on représente la compressibilité des divers gaz, à une même température et au voisinage de la pression atmosphérique, par

$$\frac{P_0 V_0}{PV} - 1 = A(P - P_0),$$

le produit $A\pi$ du coefficient A par la pression critique de chacun des gaz était une fonction croissante de leur température critique. Une seule et même fonction $z = A\pi = f(\Theta)$ devait convenir à tous les gaz qui suivraient la loi limite proposée pour remplacer le principe d'Avogadro-Ampère. Il serait aisé de savoir, inversement et beaucoup plus facilement que par l'étude des densités, quels gaz faisaient exception à cette loi.

» Afin de pousser aussi loin que possible la précision de nos déterminations de A, nous avons toujours opéré au voisinage de la température ambiante et ramené les nombres à 16° au moyen de corrections faciles et sûres.

» L'appareil employé diffère de celui déjà utilisé par l'un de nous [3] en ce que le tube gradué est remplacé par un tube à trois ampoules ; les volumes de celles-ci sont respectivement, à partir d'en bas, 200^{cc}, 100^{cc} et 300^{cc} environ ; elles sont réunies par des tubes cylindriques de $1^{cm},4$ de diamètre et 3^{cm} de hauteur et prolongées par des tubes de ce même diamètre ; trois traits de repère fins permettent de déterminer à 2 ou 3^{mmc} près les volumes occupés par le gaz, pourvu que les volumes compris entre le robinet supérieur et chacun de ces traits soient connus exactement.

» Après plusieurs échecs, nous avons imaginé pour ce calibrage un dispositif qui sera décrit ailleurs et grâce auquel ces volumes sont connus à $\frac{1}{100000}$ près. Enfin la température de la cuve a été mesurée à $\frac{1}{200}$ de degré près.

» Grâce à ces perfectionnements, l'expression $\frac{PV}{1 + \alpha t}$ pour une même masse de gaz au voisinage du même trait de repère a pu être déterminée

---

[1] Travail exécuté au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

[2] A. Leduc, *Comptes rendus* du 8 février 1897.

[3] A. Leduc, *Comptes rendus* du 9 novembre 1896.

en général à $\frac{1}{50000}$ près de sa valeur. Cela permet d'employer la formule parabolique

$$\frac{P_0V_0}{PV} - 1 = a(P - P_0) + b(P - P_0)^2$$

et de remplacer, ainsi qu'il convient, dans la valeur de z, le coefficient moyen A par le coefficient vrai $\mathcal{A}$ à la pression $\varepsilon\pi$, c'est-à-dire à une certaine fraction ε de la pression critique; nous avons pris $\varepsilon = \frac{1}{76}$

$$\mathcal{A} = a + 2b(\varepsilon\pi - P_0)\ (^1).$$

» La vérification de la loi rappelée plus haut peut se poursuivre ainsi avec beaucoup plus de rigueur. A cet effet, nous avons porté en abscisses sur un papier quadrillé les températures critiques centigrades θ et en ordonnées $z = \mathcal{A}\pi.10^4$ (π étant comptée suivant l'usage en atmosphères). Sur les dix-huit gaz que nous avons étudiés, les points figuratifs de quatorze se placent visiblement sur une même courbe, trois nettement au-dessus (CH^4, CH^3Cl, AzH^3) et un nettement au-dessous (H^2S). Il ne semble point possible d'attribuer aux erreurs d'expérience les écarts de ces derniers. Nous sommes donc conduits à penser que les gaz doivent se ranger dans trois séries au moins caractérisées par autant de réseaux d'isothermes réduites.

» Occupons-nous de la plus nombreuse de ces séries que nous appellerons *normale*; la courbe $z = f(\theta)$ est représentée d'une manière satisfaisante, ainsi qu'on peut en juger par le Tableau ci-après, par l'équation

$$z = mx^2 - nx^3 + px^4\ (^2),$$

dans laquelle

$$x = 175 + \theta, \quad m = 135 \times 10^{-5}, \quad n = 338 \times 10^{-8}, \quad p = 145 \times 10^{-10}$$

---

(1) Nous avons inscrit en outre dans le Tableau ci-après le coefficient moyen A_1^2 entre une et deux atmosphères

$$A_1^2 = a + 2b(114 - P_0),$$

et nous en avons rapproché les résultats de Regnault qui en diffèrent généralement beaucoup; ces écarts sont dus aux erreurs accidentelles dans la détermination des volumes et des températures, mais aussi à une erreur considérable sur le calibrage.

(2) Toutefois cette équation ne saurait convenir à l'hydrogène dont l'ordonnée est négative. Nous l'avons volontairement laissé de côté en raison de la grande incertitude qui règne sur ses données critiques.

Gaz.	θ.	π.	Auteur.	$\mathcal{A}\times 10^6$.		$\mathcal{A}\pi\times 10^4$.	z.	A_1^2.	A_1^2 d'après Regnault vers 8°.
	o	atm							
Hydrogène	—234,5	20	Olzewski.	—8	±0,5	— 1,6	»	— 8	—2,8 et —6,4
Azote	—146	35	Olzewski.	+3	∓0,5	+ 1,1	1,1	+ 3	de 7,5 à 21,5
Oxyde de carbone	—139,5	35,5	Id.	4	±0,5	1,4	1,6	4	de 39 à 60
Oxygène	—118,8	50,8	Id.	8	±0,5	4,1	3,8	8	18
Oxyde azotique	— 93,5	71,2	Id.	11	±0,5	7,9	7,8	11	de 28 à 41
Éthylène	+ 10,1	51	Dewar.	82,5	±1	42,1	41,8	82	»
Gaz carbonique	+ 30,9	77	Andrews.	69,2	±1	53,3	53,8	73	86 (à 3°)
Oxyde azoteux	+ 36,4	73,1	Janssen.	77,6	±1	56,7	57,3	81,7	de 39 à 87
Acétylène	+ 37	68	Dewar.	86,2	±1	58,6	57,7	92,7	»
Acide chlorhydrique	+ 52	86	Id.	82,2	±1	70,7	68,6	88,4	123
Cyanogène	+124	61,7	Id.	237	±1	146,3	146,3	255	325
Oxyde de méthyle	+129,6	»	Nadejdine.	»	»	»	154,6	290	»
Monométhylamine	+155	72	V. et Chappuis	273,5	±2	196,9	197,5	290	»
Gaz sulfureux	+155,4	78,9	Sajotchewski.	252	±2	198,8	198,2	265	324
Chlorure d'éthyle	+182,6	52,6	Id.	489	±4	257,2	255	»	»
Acide sulfhydrique	+100,2	92	Dewar.	101,7	±2	93,6	114,9	107	158
Gaz ammoniac	+131	113	V. et Chappuis	162,8	±2	184	156,8	163	257
Hydrogène phosphoré.	+ »	»	»	»	»	»	»	100,4	»

» *Applications.* — 1° En admettant comme exactes les températures critiques en général, et les pressions critiques d'un certain nombre de gaz inscrits dans notre Tableau, notamment CO^2, Az^2O, Cy, nous trouvons que la pression critique de C^2H^2 doit être 67^{atm} au lieu de 68^{atm}, et celle de HCl, 83^{atm} au lieu de 86^{atm}, suivant M. Dewar, et 96^{atm} suivant MM. Vincent et Chappuis; nous allons soumettre ce dernier cas à une vérification expérimentale; qu'il suffise de rappeler aujourd'hui que des traces d'impuretés élèvent beaucoup la pression critique.

» 2° Nous avons étudié aussi l'oxyde de méthyle et l'hydrogène phosphoré. La pression critique du premier est inconnue; en admettant qu'il appartienne à la série normale, nous trouvons pour cette pression 57^{atm} et $\mathcal{A} = 271 \times 10^{-6}$. Quant au deuxième, ses données critiques manquent complètement; nous nous occupons de les déterminer. »

CHIMIE. — *Sur les poids atomiques de l'azote, du chlore et de l'argent.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

« Prenant pour base O = 16, j'ai admis pour le poids atomique du carbone C = 12,004, qui paraît approché à $\frac{1}{10000}$ près, d'après les expériences de M. Van der Plaat (*Synthèse de* CO^2).

» J'ai déterminé, avec le plus de précision possible, les densités par

rapport à l'air de l'azote et de l'oxyde de carbone, qui sont respectivement 0,9671 et 0,9670. D'ailleurs, il résulte d'un travail d'ensemble dont une partie, exécutée en commun avec M. Sacerdote, fait aujourd'hui l'objet d'une Communication ([1]), que le *volume moléculaire* de l'azote est supérieur à celui de l'oxyde de carbone de moins de 0,0001.

» Partant de là, on trouve, par un calcul facile, que le poids atomique de l'azote est $Az = 14,005$.

» Or, d'après Stass, on aurait $Az = 14,044$ avec $Cl = 35,457$ et $Ag = 107,929$.

» L'écart entre nos deux nombres est énorme : $\frac{1}{350}$! J'ai cependant réussi à l'expliquer sans mettre en doute l'excellence universellement reconnue des expériences de Stass.

» Ce dernier a établi directement les rapports $\frac{Ag}{Cl}$ (synthèse) et $\frac{AgCl}{O^3}$ (réduction du chlorate). Puis il a déterminé le rapport $\frac{AzH^4Cl}{AgCl}$ (précipitation de AgCl), d'où il a déduit AzH^4 et de là Az.

» Nous conserverons les deux derniers nombres. Mais le premier est affecté d'une erreur qui a été signalée par Dumas : l'argent grenaillé retient de 7 à 30 cent-millièmes de son poids d'oxygène, suivant qu'il a été fondu simplement en présence de l'air ou en présence d'agents oxydants comme le nitre.

» 1. Soit ε la proportion d'oxygène. Le poids Ag d'argent transformé en chlorure par synthèse a été compté pour $Ag(1+\varepsilon)$, de sorte que l'on a en réalité, si les expériences de Stass ne comportent pas d'autres erreurs,

$$\frac{Ag(1+\varepsilon)}{AgCl} = \frac{107,929}{107,929 + 35,457}$$

avec

$$\frac{AgCl}{O^3} = \frac{107,929 + 35,457}{48}.$$

» On en déduit $Ag = \frac{107,929}{1+\varepsilon}$ ou sensiblement $107,929 - 108\varepsilon$, puis $Cl = 35,457 + 108\varepsilon$. Admettons la proportion $\varepsilon = 12,10^{-5}$, qui est notablement inférieure à la moyenne de Dumas. Nous trouvons

$$Ag = 107,916, \qquad Cl = 35,470.$$

([1]) Voir plus haut p. 297. Voir aussi *Comptes rendus* du 8 février 1897.

» 2. D'après Stass, on a, d'autre part,

$$\frac{AzH^4Cl}{AgCl} = \frac{53,502}{143,386},$$

et, d'après mes propres expériences (synthèse de l'eau), $H^4 = 4,030$. On en déduit $AzH^4 = 18,032$ et $Az = 14,002$.

» Nous arrivons ainsi à un nombre légèrement inférieur au mien; mais l'écart peut être jugé insignifiant et il serait oiseux d'en chercher la cause.

» 3. Comme vérification, on peut examiner la composition de l'azotate d'argent. Avec mes nombres, le rapport $\frac{Ag}{AzO^3} = 1,7404$. Or, Stass a effectué, à deux reprises différentes, la synthèse de l'azotate d'argent. Il a trouvé la première fois, pour ce rapport, 1,7394, et la deuxième fois, 1,7400.

» On voit que les nouveaux perfectionnements apportés à l'expérience ont eu pour effet d'élever ce nombre d'une quantité supérieure à l'écart qui subsiste avec le mien.

» Cet écart résiduel peut tenir, par exemple, à ce que, malgré les soins de l'opérateur, des traces d'azotate ont été perdues pendant l'opération.

» *Conclusion.* — Je me crois donc fondé à admettre les poids atomiques suivants :

$$\begin{aligned} O &= 16 \text{ (base)}, \\ Az &= 14,005, \\ H &= 1,0076, \\ Cl &= 35,470, \\ Ag &= 107,916. \end{aligned}$$

» Quant au soufre, on déduit des expériences de Stass (synthèse du sulfure) le poids atomique 32,056. J'adopterai ce nombre, bien que les expériences de Dumas conduisent à 31,986, celles de Erdmann et Marchand à 32,005. »

THERMOCHIMIE. — *Déterminations thermochimiques relatives aux composés cuivriques.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« *Oxyde cuivrique.* — L'oxyde cuivrique anhydre préparé par grillage du métal ou par calcination du nitrate au rouge ne se dissout que très difficilement à froid dans les acides étendus. Mais on obtient un oxyde anhydre bien plus aisément soluble en chauffant à 440°, dans un courant d'air sec, pendant sept à huit heures, l'hydrate

brun formé par précipitation à 100°. M. Joannis (¹), en dissolvant comparativement dans l'acide iodhydrique concentré cet oxyde desséché et l'oxyde produit à haute température, a trouvé que la transformation de l'oxyde desséché en oxyde calciné dégage $+ 2^{Cal}$, par molécule CuO.

» J'ai dissous directement au calorimètre dans un excès d'acide dilué (1 éq. $= 2^{lit}$) l'oxyde desséché anhydre : il contenait, pour 100, moins de 0,5 d'humidité. La durée de la dissolution n'a pas dépassé un quart d'heure.

» Une autre série de mesures thermiques a été effectuée avec l'hydrate cuivrique brun de composition très voisine de $4CuO, H^2O$ (²).

» Enfin, j'ai fait une troisième série de déterminations avec l'hydrate bleu pâle préparé, selon les indications de Peligot, en précipitant par la potasse concentrée une solution ammoniacale de sel cuivrique et lavant longuement à l'eau tiède. Sa formule est $Cu(OH)^2$ et il est beaucoup plus stable que l'hydrate bleu précipité directement par la potasse dans une solution aqueuse d'un sel de cuivre.

» J'ai ainsi obtenu (entre 13° et 24°) les résultats suivants, rapportés à 1 molécule CuO : chacun est la moyenne de plusieurs déterminations très concordantes :

Chaleurs de dissolution dans un excès d'acide dilué.

	Oxyde desséché.	Hydrate brun.	Hydrate bleu.
	Cal	Cal	Cal
Acide azotique	16,2	16,4	15,9
Acide chlorhydrique	»	15,9	15,4
Acide bromhydrique	»	15,9	15,4
Acide sulfhydrique	18,5	18,1	18,2

» Ce ne sont pas là les chaleurs de neutralisation; pour les obtenir, il faut retrancher des valeurs qui précèdent les chaleurs que dégagent les solutions diluées des sels cuivriques, lorsqu'on les additionne d'un excès de l'acide dilué correspondant. J'ai trouvé que cette chaleur est (par molécule CuO) :

	Cal
Pour l'acide azotique	0,0
Pour l'acide chlorhydrique	−0,7
Pour l'acide bromhydrique	−0,4
Pour l'acide sulfurique	−0,7

» Nous en déduisons les chaleurs de neutralisation de 1 molécule d'oxyde par la dose équivalente d'acide dilué :

Chaleurs de neutralisation par les acides dilués.

	Oxyde desséché.	Hydrate brun.	Hydrate bleu.
	Cal	Cal	Cal
Acide azotique	16,2	16,4	15,9
Acide chlorhydrique	16,4	16,6	16,1
Acide bromhydrique	16,1	16,3	15,8
Acide sulfurique	19,2	19,4	18,9

(¹) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1161.

(²) Voir à ce sujet ma Note récente, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 101.

» Pour l'oxyde calciné, d'après ce qui a été dit plus haut, les valeurs calculées seraient de 2^{Cal} inférieures à celles de l'oxyde desséché.

» Thomsen avait obtenu une valeur peu différente pour la neutralisation de l'oxyde anhydre (¹) par l'acide sulfurique; mais l'écart est plus notable pour les acides chlorhydrique et azotique, pour lesquels il n'avait fait que des évaluations indirectes.

» La comparaison des chaleurs dégagées montre qu'il y a peu de différences entre les deux oxydes bruns hydraté et desséché. On déduit exactement :

$$\underbrace{CuO}_{\text{desséché.}} + \tfrac{1}{4}\underbrace{H^2O}_{\text{solide.}} = \tfrac{1}{4}Cu^4H^2O^5 \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -0^{Cal},5$$

» La différence, très concordante pour les divers acides, est plus grande avec l'hydrate bleu étudié; on en déduit :

$$\underbrace{CuO}_{\text{desséché.}} + \underbrace{H^2O}_{\text{solide.}} = \underbrace{Cu(OH)^2}_{\text{bleu pâle.}} \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -1^{Cal},1$$

» L'hydratation sans changement d'état correspond, pour l'oxyde anhydre, à une absorption de chaleur, ce qui s'accorde bien avec la faible stabilité des hydrates obtenus.

» II. *Nitrate neutre et nitrate basique.* — 1° Le nitrate cuivrique neutre n'a jamais été préparé anhydre, mais on connaît deux hydrates à $3H^2O$ et à $6H^2O$; j'ai mesuré leur chaleur de dissolution dans un excès d'eau (au voisinage de 15°) :

$$Cu(AzO^3)^2, 6H^2O = \text{dissous, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \overset{Cal}{-10,5}$$

valeur déjà obtenue par Thomsen ;

$$Cu(AzO^3)^2, 3H^2O = \text{dissous, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -2,5$$

on en déduit que

$$Cu(AzO^3)^2, 3H^2O + \underbrace{3H^2O}_{\text{solide}} = Cu(AzO^3)^2, 6H^2O \text{ dégage..} \quad +3,9$$

soit $1^{Cal},3$ par molécule d'eau fixée. Toute cette eau s'en va par efflorescence dans l'air sec, et il reste l'hydrate à $3H^2O$. J'ai établi autrefois (*Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. I, p. 88) que, dans un grand nombre de chlorures hydratés, l'eau d'hydratation est dégagée par efflorescence à froid dans l'air sec, quand la chaleur de fixation est, par molécule d'eau solide, inférieure à 2^{Cal}; cette loi se trouve vérifiée pour le nitrate à $6H^2O$.

» 2° J'ai dissous, dans un excès d'acide azotique dilué, le *nitrate basique* $(AzO^3)^2Cu, 3CuO, 3H^2O$, soit amorphe, soit cristallisé (²) : dans les deux cas, on obtient un dégagement de chaleur identique, qui est, vers 12°, par molécule de sel, $+34^{Cal},0$.

(¹) C'était en réalité un hydrate brun contenant 3 pour 100 d'eau (*Thermochem. Untersuch*, t. I, p. 345).

(²) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 101; 1897.

» Nous en déduisons que

$$\underbrace{(AzO^3)^2Cu}_{\text{dissous}} + \underbrace{3CuO}_{\text{desséché}} = (AzO^3)^2Cu, 3Cu(OH)^2 \ldots\ldots \quad +14^{Cal},6$$

» En partant du nitrate cristallisé solide, on aurait

$$\underbrace{Cu(AzO^3)^2, 3H^2O}_{\text{solide.}} + \underbrace{3CuO}_{\text{desséché.}} = (AzO^3)^2Cu, 3Cu(OH)^2 \ldots\ldots \quad +12^{Cal},1$$

» III. *Sulfate basique tétracuivrique.* — J'ai décrit récemment, comme sulfate basique *principal* en solution diluée, le sel $SO^4Cu, 3CuO, 4H^2O$ (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 101). Ce sel cristallisé, dissous dans un excès d'acide sulfurique dilué, dégage, en moyenne, par molécule, $+48^{Cal},0$.

» On en déduit que

$$\underbrace{CuSO^4}_{\text{dissous.}} + \underbrace{3Cu(OH)^2}_{\text{bleu.}} = CuSO^4, 3CuO, 4H^2O \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +5^{Cal},9$$

» En rapportant la formation à l'hydrate de sulfate cuivrique $CuSO^4, H^2O$ solide, on aura

$$\underbrace{CuSO^4, H^2O}_{\text{cristallisé.}} + 3Cu(OH)^2 = CuSO^4, 3CuO, 4H^2O \ldots\ldots\ldots \quad +15^{Cal},2$$

» IV. *Bromure basique.* — Le bromure basique $CuBr^2, 3Cu(OH)^2$ cristallisé a été dissous dans l'acide bromhydrique dilué : la chaleur dégagée a été de $+32^{Cal},4$.

» On en tire

$$\underbrace{CuBr^2}_{\text{dissous.}} + 3Cu(OH)^2 = CuBr^2, 3Cu(OH)^2 \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +14^{Cal},2$$

valeur très voisine de celle que fournit le nitrate basique.

» Partant de la chaleur de dissolution du bromure anhydre, que nous avons trouvée être, à 12°, de $+7^{Cal},9$ (1), et, à 24°, de $+8^{Cal},8$, nous pourrons déduire

$$\underbrace{CuBr^2}_{\text{solide.}} + \underbrace{3Cu(OH)^2}_{\text{bleu.}} = CuBr^2, 3Cu(OH)^2 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +22^{Cal},2$$

» La formation du sel, à partir de l'oxyde cuivrique anhydre CuO et de l'eau liquide, dégagerait $+23^{Cal},1$. M. Berthelot avait trouvé pour la formation de l'oxychlorure cuivrique, dans les mêmes conditions, $+23^{Cal},0$, c'est-à-dire une valeur identique.

» On voit que la formation des sels basiques du cuivre, à partir des sels cristallisés et de l'oxyde solide, donne lieu à des dégagements de chaleur fort importants : ce sont en effet, surtout pour le nitrate, le bromure et le chlorure, des composés très stables qui tendent toujours à se former au lieu de l'oxyde, quand on précipite ce dernier au sein d'une solution cuivrique. La chaleur dégagée est moindre pour le sulfate, ce qui concorde

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 676.

bien avec la possibilité d'obtenir, dans ce cas, des sels basiques moins riches en oxyde. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques cétones bromées*. Note de M. **A. Collet**, présentée par M. Friedel.

« Les cétones bromées décrites dans ce Travail ont été préparées, comme les précédentes (*Bull.*, t. XVII, 3e série, p. 66), par l'application aux chlorures d'acides bromés de la méthode de synthèse au chlorure d'aluminium de MM. Friedel et Crafts.

» I. *p-bromopropionyltoluène :* $\underset{(1)}{CH^3}C^6\underset{(4)}{H^4}CO\,CH\,Br\,CH^3$. — On ajoute par portions 70gr environ de chlorure d'aluminium anhydre pulvérisé à un mélange de 50gr de chlorure d'α-bromopropionyle et de 200gr de toluène. La réaction se produit à la température ordinaire; lorsqu'elle est terminée, on décompose par un excès d'eau froide, puis on décante la couche de toluène. Cette dernière est séchée, puis distillée à feu nu. L'excès d'hydrocarbure passe d'abord, puis la température s'élève rapidement; on achève l'opération sous pression réduite. On recueille entre 160°-162°, sous 20mm, une huile qui se solidifie au bout de peu de temps. La masse cristalline, légèrement colorée, est recristallisée deux ou trois fois dans l'alcool bouillant; le rendement est de 45gr.

» Le *p*-bromopropionyltoluène est en petites lamelles brillantes, fusibles vers 76°-77°. Il est insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool, le benzène, le toluène. Chauffé au bain-marie avec la quantité théorique de permanganate de potasse en solution alcaline, il est oxydé et donne un acide pulvérulent, insoluble dans l'eau, sublimable sans entrer en fusion [1]; ces propriétés caractérisent l'acide téréphtalique. Le groupe bromopropionyle s'est donc fixé en position para.

» L'aniline en solution alcoolique donne un éthyl-*p*-tolylcétone-anilide

$$CH^3C^6H^4CO\,CH(AzH.C^6H^5)CH^3$$

en aiguilles jaune brunâtre, solubles dans l'alcool, fusibles vers 104°-105°.

» II. *p-bromobutyryltoluène :* $\underset{(1)}{CH^3}C^6\underset{(4)}{H^4}CO\,CH\,Br\,CH^2CH^3$. — Le chlorure de butyryle α-bromé réagit sur le toluène à la température ordinaire. Avec 50gr de chlorure d'acide, 200gr d'hydrocarbure et 65gr à 70gr de chlorure d'aluminium, on obtient 50gr-55gr de cétone bromée.

» Le *p*-bromobutyryltoluène est une huile jaunâtre, d'odeur désagréable, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et le toluène; elle distille vers 169°-173°, sous 20mm-25mm. Sous la pression atmosphérique, elle se décompose dès 170° avec un vif dégagement d'acide bromhydrique; on ne recueille plus alors qu'un liquide visqueux, fortement coloré. Le permanganate de potasse en solution alcaline l'oxyde, en donnant de l'acide téréphtalique.

---

[1] Il en est de même du produit de l'oxydation du *p*-chloracétyltoluène (*Bull.*, t. XVII, p. 506) qui a été décrit comme fusible au delà de 300°.

» III. *Bromopropionyl-p-xylène :* $(CH^3)^2_{1.4}.C^6H^3.CO\,CH\,Br\,CH^3_{(2)}$. — On fait arriver par portions à l'aide d'un tube à brome un mélange de 25gr de *p*-xylène et de 40gr de chlorure d'α-bromopropionyle dans un ballon bien sec contenant 25gr de chlorure d'aluminium et un excès de sulfure de carbone. On achève l'opération comme précédemment. Le sulfure de carbone, chassé par distillation au bain-marie, abandonne un liquide jaunâtre, passant vers 166°-168°, sous 40mm-45mm. L'analyse assigne à ce produit la composition d'un bromopropionyl-*p*-xylène.

» Cette cétone bromée (1 mol.), abandonnée à la température ordinaire avec une solution alcoolique d'aniline (2 mol.), donne un anilide cristallisé en lamelles jaunes, brillantes, solubles dans l'alcool et insolubles dans l'eau, fusibles vers 110°-111°.

» Le *m*-xylène a donné, dans les mêmes conditions, un liquide jaunâtre, passant vers 160°-163°, sous 20mm-25mm, et possédant la composition d'un bromopropionyl-*m*-xylène.

» IV. *Bromopropionylbiphényle :* $C^6H^5_{(1)}.C^6H^4_{(4)}.CO\,CH\,Br\,CH^3$. — On a employé 9gr de chlorure d'α-bromopropionyle, 10gr de biphényle et 10gr de chlorure d'aluminium anhydre pulvérisé mis en suspension dans un excès de sulfure de carbone. Après la décomposition par l'eau, ce dissolvant, chassé au bain-marie, abandonne une poudre blanche cristalline, fusible vers 79°-80°, peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble à chaud, très soluble dans l'acétone. Ce produit possède la composition d'un bromopropionylbiphényle.

» Chauffé avec la quantité théorique de permanganate de potasse en solution alcaline, il donne un acide pulvérulent, peu soluble, sublimable en longues aiguilles incolores, brillantes, fusibles à 218° et possédant les autres caractères de l'acide *p*-biphénylcarbonique.

» V. Le *chlorure de dibromophénylpropionyle,* $C^6H^5,CH\,Br.CH\,Br\,CO\,Cl$, obtenu en fixant 1mol de brome sur le chlorure de cinnamyle en solution sulfocarbonique, réagit sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium dès la température ordinaire. Après la décomposition par l'eau, l'hydrocarbure abandonne par évaporation des aiguilles brillantes, incolores, fusibles vers 88°, solubles dans l'alcool et le benzène. Elles possèdent la composition d'une diphénylpropanone dibromée.

» MM. Classen et Claparède (*Berichte*, t. XIV, p. 2463) ont obtenu un produit de même composition, mais en prismes fusibles à 156-157°, par l'action du brome sur la diphénylpropénone en solution chloroformique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur la copulation des dérivés diazoïques avec les phénols.* Note de MM. Ch. Gassmann et Henry George [1].

« Nous savons, par les travaux de Griess, Roussin et autres, que les phénols, en général, et les naphtols en particulier, copulent avec les corps diazoïques à l'état de sels alcalins.

---

[1] Laboratoire de la Société française de couleurs d'aniline.

» Nous avons observé, et cela d'accord avec certains faits antérieurs, que cette copulation est soumise à certaines règles.

» C'est ainsi qu'il a été impossible de copuler le phénol typique libre avec les diazoïques normaux en présence d'acétate sodique, tandis que la résorcine ainsi que l'acide α-naphtol-α-sulfonique 1:4 se combinent chacun individuellement avec les diazos, même en solution très acide, et cela à tel point qu'il est même assez difficile d'obtenir, par diazotation et ébullition avec l'eau de l'acide naphtionique, l'acide naphtolsulfonique correspondant, vu qu'il se forme simultanément une notable quantité d'acide sulfonaphtaline-azo-naphtolsulfonique :

HO
Az = Az
SO^3H HO^3S

» Ces faits paraissent curieux et nous sommes arrivés à la déduction suivante :

» Tous les phénols et naphtols qui, par copulation avec les diazos, fournissent des orthooxyazoïques, copulent en solution neutre et acide.

» Conformément à ce qui vient d'être énoncé, le β-naphtol, en solution acétinique (l'acétone étant la triacétylglycérine), acétique ou autre neutre, se combine aux corps diazoïques sans présence d'alcalis. L'industrie s'est également servie de cette réaction pour faire réagir, sur le β-naphtol en solution acétique, le monodiazo de la phénosafranine, fournissant un colorant très soluble :

N
N N = N
H^2 N Cl
C^6H^5
HO

(bleu diazine, naphtindone), tandis qu'en solution alcaline on obtient un colorant peu soluble (bleu indoïne).

» En conséquence, et vu le fait que les solutions à 15 pour 100 de β-naphtol dans l'acétine se conservent indéfiniment, nous recommandons celle-ci comme réactif pour les corps diazoïques à l'usage de l'industrie et du laboratoire.

» L'avantage de cette solution sur l'emploi du sel R (β-naphtoldisulfonate de sodium-2, 3, 6) consiste en l'absence de toute coloration primitive de la solution du β-naphtol.

» Comme on le remarque, le fait qu'un phénol copule ou non en solution acide nous donne un point d'appui sur sa constitution. Il ne faudrait pourtant pas oublier que, outre les naphtols dont la position para est prise par un substituant quelconque, les α-naphtols métasulfonés et leurs dérivés, ainsi que les α-naphtols sulfonés dans la position 5, fournissent des orthooxyazoïques et que, pour les β-naphtols sulfonés, ceux substitués dans la place 8 copulent avec moins d'aisance.

» Parmi nos observations, nous avons trouvé qu'en général les corps diazoïques nitrés réagissent avec bien plus de promptitude sur les phénols et leurs dérivés. C'est ainsi que l'on peut observer qu'un mélange de molécules égales de chlorures de paranitrodiazobenzène et diazobenzène réagit sur une molécule de β-naphtol en n'importe quelle solution, en fournissant presque exclusivement le paranitrobenzène azo-β-naphtol

$$\mathrm{O^2N}\langle\quad\rangle = \mathrm{N} = \mathrm{N} - \langle\quad\rangle\langle\quad\rangle^{\mathrm{OH}}$$

» Cette observation méritait une attention spéciale; car, si l'on observe certaines réactions industrielles, elle nous permet de tirer quelques conclusions intéressantes.

» C'est ainsi que l'on obtient deux colorants différents, si l'on combine l'orthomononitrobenzidine diazotée avec l'acide salicylique et l'acide α_1-naphtol-α_2-sulfonique en changeant l'ordre des opérations; tandis qu'en combinant ledit diazoïque d'abord avec l'acide salicylique, puis avec l'acide α_1-naphtol-α_2-sulfonique, on obtient un colorant de grande valeur, le rouge d'anthracène (brevet allemand 72867, brevet français 223176); l'ordre d'action contraire ne donne aucun résultat industriel.

» Le chlorure d'orthonitrotétrazodiphényle,

$$\begin{array}{l} \quad\diagup NO^2 \\ C_6H_3 - N = N - Cl \\ | \\ C_6H_4 - N = N - Cl \end{array}$$

peut être considéré individuellement pour chacune de ses demi-molécules, l'une faisant fonction d'un dérivé nitrodiazoïque, l'autre d'un diazoïque simple. En conséquence du fait énoncé ci-dessus, il est infiniment probable que le groupe nitrodiazoïque aura réagi en premier lieu, donnant un dérivé intermédiaire

$$\begin{array}{l} \quad\diagup NO^2 \\ C_6H_3 - N = N - C_6H_3 \diagup OH \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad \diagdown CO \\ |\qquad\qquad\qquad\quad O \\ C_6H_4 - N = N \diagup \end{array}$$

et il découle que la constitution du rouge d'anthracène est à formuler de la manière suivante :

$$\begin{array}{l} \quad\diagup NO^2 \qquad\qquad\quad \diagup OH \\ C_6H_3 - N = N - C_6H_3 \diagdown COOH \\ | \\ \qquad\qquad HO - C_{10}H_5 - SO^3H \\ | \\ C_6H_4 - N = N \diagup \end{array}$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la caroubinose*. Note de M. **Jean Effront**.

« Le sucre produit par l'action des acides minéraux sur la caroubine réduit la solution Fehling à peu près dans la même proportion que la dex-

trose; mais elle diffère de cette dernière par le pouvoir rotatoire, qui est de $[\alpha]d24$.

» La caroubinose se présente sous la forme d'une substance sirupeuse, non cristallisable, soluble dans l'eau et dans l'alcool, et répondant à la formule $C^6H^{12}O^6$.

» La caroubinose se prépare de la façon suivante :

» On dissout à chaud 50^{gr} de caroubine pulvérisée, dans 1^{lit} d'acide dilué contenant 50^{gr} de H^2SO^4 anhydre. On abandonne au bain-marie pendant cinq heures. Le liquide, filtré, est ensuite neutralisé avec de l'eau de baryte et évaporé dans le vide jusqu'à consistance sirupeuse.

» On dissout le sirop dans quatre fois son volume d'alcool bouillant; on laisse refroidir et l'on filtre. Le liquide filtré est évaporé dans le vide. Le sirop obtenu est séché sur H^2SO^4.

» La caroubinose fermente très facilement avec des levures de bière.

» Il est aisé de se rendre compte de la pureté du produit, en suivant la rotation et le pouvoir réducteur du liquide pendant la fermentation.

» Pour 10^{gr} de sucre fermenté, on constate, à l'appareil de Ventzke-Scheibler, une diminution de 14° à 14°,4; on observe sensiblement la même rotation pour le sucre restant non encore fermenté.

» Le produit obtenu par une saccharification incomplète, ou mal épuisé par l'alcool, fournit, à la fin de la fermentation, des substances à pouvoir réducteur très faible et accusant une rotation plus que double de celle de la caroubinose.

» Cette substance intermédiaire, formée pendant la transformation de la caroubine en caroubinose, est amorphe, blanche, insoluble dans l'alcool à 95°, soluble dans l'eau et infermentescible. La phénylhydrazine entre facilement en réaction avec la caroubinose et fournit des combinaisons très caractéristiques.

» En abandonnant au bain-marie 1 partie de ce sucre avec 2 parties de chlorhydrate de phénylhydrazine et 3 parties d'acétate de soude dissoute dans 200 parties d'eau, on remarque dans le liquide chaud l'apparition d'un précipité jaune, qui augmente en volume au fur et à mesure que l'action se prolonge. Maintenue pendant deux heures à 100°, la réaction paraît s'être terminée et le précipité, vu à la loupe, se trouve être composé de deux substances ayant une densité et une forme cristalline différentes.

» Les cristaux reposant au fond du vase accusent, en grande partie, la forme de prismes colorés en jaune pâle; ceux qui surnagent dans le liquide se présentent en forme d'aiguilles colorées en jaune très foncé.

» En traitant le précipité par l'alcool bouillant, la partie se cristallisant en aiguilles entre en dissolution, tandis que les cristaux prismatiques restent inattaqués.

» La substance, insoluble dans l'alcool absolu, se dissout à chaud par l'alcool faible et recristallise en refroidissant.

» La combustion de la partie se cristallisant en prismes nous a montré que nous nous trouvions en présence d'un hydrazone, répondant à la formule $C^{12}H^{18}N^2O^5$.

» La caroubino-phénylhydrazone fond, en se décomposant, à la température de 183°. Le point de fusion est très constant, si l'on a soin de chauffer très rapidement.

» L'hydrazone est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool faible à froid. Il est soluble dans l'alcool faible bouillant; mais on constate que, en maintenant pendant quelque temps la température à 100°, la substance entre partiellement en décomposition.

» La recristallisation répétée de l'hydrazone dans l'alcool dilué n'est pas à recommander. On peut, du reste, obtenir une substance absolument pure en soumettant le produit brut successivement à l'action de l'alcool bouillant, ensuite de l'eau froide, de l'alcool froid et enfin de l'éther.

» La seconde substance, formée par l'action de la phénylhydrazine sur la caroubine, s'obtient beaucoup plus difficilement à l'état de pureté. Entre les petites aiguilles jaunes cristallisées dans l'alcool, on constate toujours la présence de prismes; il faut une grande série de cristallisations pour en débarrasser l'hydrazone.

» La substance recristallisée répond à la formule $C^{18}H^{22}N^4O^4$.

» L'ozazone a un point de fusion de 198°, est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool à froid, presque insoluble dans l'éther et très soluble dans l'alcool chaud.

» Le pouvoir rotatoire de la caroubinose, le point de fusion et la forme cristalline de ses combinaisons avec la phénylhydrazine peuvent servir de base pour distinguer ces sucres des autres monosaccharides (1). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un composé organique, riche en manganèse, retiré du tissu ligneux.* Note de M. G. **Guérin**.

« Lorsqu'on fait macérer, pendant deux ou trois jours, de la sciure de bois dans de l'eau distillée contenant 1 pour 100 de potasse caustique pure, en ayant soin d'agiter la masse de temps en temps, on obtient, après expression et filtration, un liquide fortement coloré en brun, lequel, traité par un léger excès d'acide chlorhydrique, donne un abondant précipité, sous forme de flocons volumineux.

» Ce précipité se laisse aisément laver, par décantation, avec de l'eau distillée qu'il faut légèrement aciduler d'acide chlorhydrique, car il se dissocie et se dissout partiellement dans l'eau pure. Les lavages terminés, on purifie le produit en le faisant redissoudre dans quelques gouttes d'ammo-

---

(1) *Institut des Fermentations*, à Bruxelles.

niaque, filtrant le nouveau soluté que l'on reprécipite par l'acide chlorhydrique étendu; on lave le précipité comme précédemment et on le sèche.

» Le composé ainsi obtenu est de couleur brun clair, lorsqu'il est réduit en poudre. Il est azoté et ne contient pas de fer, mais l'analyse y décèle aisément une notable proportion de manganèse, de phosphore et de soufre. Celui que j'ai retiré du bois de hêtre m'a donné :

C	52,762	pour 100 parties.
H	5,04	
Az	4,60	
S	0,666	
Ph	1,297	
Mn	0,402	

» Toutes nos essences forestières renferment des composés semblables ayant les allures des combinaisons nucléiniques. Il me paraît probable que le manganèse existe sous cette forme dans le tissu ligneux de tous les végétaux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Présence de l'iode dans les glandules parathyroïdes.* Note de M. **E. Gley**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans un Mémoire sur les fonctions du corps thyroïde, auquel l'Académie a décerné le prix Pourat, en 1891, j'ai fait connaître le rôle important, chez le lapin, d'organes ignorés avant mes recherches, les deux glandules thyroïdiennes ou parathyroïdes (Sandström, 1880) (¹), glandules très petites annexées à la glande thyroïde proprement dite. J'ai montré ensuite que ces organes n'ont pas une importance moindre chez le chien (²). Depuis, un grand nombre de recherches embryologiques et histologiques ont été entreprises de divers côtés, dans le but de déterminer l'origine et la nature de ces organes énigmatiques, dont mes expériences avaient révélé le rapport fonctionnel avec la glande thyroïde. Quelques-unes de ces recherches entraînèrent les physiologistes dans une voie nouvelle. Ainsi, Kohn (³) ayant décrit deux autres corpuscules semblables à ceux que

(¹) Voir E. Gley, *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, séance du 17 décembre 1891, p. 841 et 843, et *Arch. de Physiol.*, 5ᵉ série, t. IV, p. 135; 1892.

(²) E. Gley, *Recherches sur le rôle des glandules thyroïdes chez le chien* (*Arch. de Phys.*, 5ᵉ série, t. V, p. 766; 1893).

(³) Kohn, *Studien über die Schilddrüse* (*Archiv. f. mikrosk. Anat.*, t. XLIV; 1895).

j'avais étudiés, inclus aussi dans la glande thyroïde, mais à sa face interne, Vassale et Generali pratiquèrent l'extirpation simultanée de toutes ces glandules et virent les animaux opérés (chiens et chats) présenter les accidents considérés jusqu'alors comme dépendant de l'ablation de la glande thyroïde et mourir rapidement ([1]). De mon côté, je reconnus, en même temps d'ailleurs que Rouxeau (de Nantes), qu'il en est de même chez les lapins ([2]). Ces expériences furent tout de suite confirmées par Moussu (d'Alfort) ([3]).

» La question se posait alors de savoir si la fonction thyroïdienne appartient bien en propre à la glande thyroïde, ou ne doit pas être rapportée tout entière aux glandules dites *parathyroïdes*. J'ai entrepris l'étude de cette question et essayé de la résoudre par diverses séries d'expériences. Il ne s'agira dans cette Note que de la première partie de mes recherches.

» Depuis que E. Baumann (de Freiburg i. B.) a découvert dans la glande thyroïde une quantité notable d'iode en combinaison organique et en a extrait cette substance ([4]), on s'est mis à étudier l'action physiologique et thérapeutique de ce corps. La question est encore discutée de savoir si c'est là le seul principe actif de la glande; toujours est-il que l'*iodothyrine* de Baumann peut atténuer les principaux accidents consécutifs à la thyroïdectomie chez les animaux et qu'elle assure la guérison de cette maladie si grave de l'espèce humaine, le myxœdème, aussi bien, ce semble, que l'extrait thyroïdien, tel que Vassale ([5]) et moi ([6]) nous l'avons les premiers employé sur les chiens thyroïdectomisés et que les médecins l'ont ensuite appliqué au traitement du myxœdème, du goître, etc. Aussi la sécrétion thyroïdienne est-elle maintenant caractérisée par la présence de l'iode.

([1]) Vassale e Generali, *Sugli effetti dell' estirpazione delle ghiandole paratiroide* (*Riv. di patol. nerv. e mentale*, t. I, p. 95 et 249; 1896).

([2]) E. Gley, *Soc. de Biol.*, 9 janvier 1898, p. 18. — A. Rouxeau, *Ibid.*, p. 17.

([3]) G. Moussu, *Soc. de Biol.*, 16 janvier 1877, p. 44.

([4]) E. Baumann : *Ueber das normale Vorkommen von Iod im Thierkörper* (*Zeits. für physiol. Chemie*, XXI, s. 319; 1895); E. Baumann und E. Roos : (*Ibid.*, XXI, s. 481; 1896); E. Baumann : *Ueber den Iodgehalt der Schildrüsen von Menschen und Thieren* (*Ibid.*, XXII, s. 1; 1896). Ce dernier travail parut peu de temps avant la mort de l'éminent chimiste.

([5]) G. Vassale, *Intorno agli effetti dell'iniezione intravenosa di succo di tiroide nei cani operati di estirpazione della tiroide* (*Riv. sperimentale di freniatra e di medicina legale*, XVI, fasc. IV, p. 439; 1890).

([6]) E. Gley, *Note préliminaire sur les effets physiol. du suc de diverses glandes et en particulier du suc extrait de la glande thyroïde* (*Soc. de Biol.*, 18 avril 1891, p. 250).

» Il était, par suite, important de s'assurer si ce corps se trouve dans les glandules parathyroïdes.

» Je me suis servi, pour le rechercher, du procédé décrit par Baumann : destruction du tissu glandulaire, après desséchement, par la soude caustique et l'azotate de potasse, dissolution dans l'eau de la masse refroidie, acidification par l'acide sulfurique dilué et agitation du liquide avec 5^{cc} ou 10^{cc} de chloroforme; l'acide nitreux met en liberté l'iode, que dissout alors le chloroforme en se colorant en violet s'il est absolument pur (Rabourdin); on compare la teinte produite ainsi à celle que donne une égale quantité de chloroforme mélangée avec une solution de sulfate de soude, de l'acide sulfurique et quelques gouttes de nitrite de soude à 1 pour 100, et agitée avec le volume nécessaire d'une solution titrée d'iodure de potassium pour que l'égalité des teintes soit obtenue [1]. J'ai seulement modifié le procédé de destruction de la matière organique, car, si l'on opère dans un creuset d'argent, comme l'a fait Baumann, il y a souvent des pertes d'iode qui peuvent s'élever au tiers de la quantité totale et même à plus du tiers [2]. La combustion se fait très bien et sans perte dans une nacelle de porcelaine, introduite dans un tube large de verre de Bohême; par une extrémité du tube arrive lentement un courant d'oxygène; l'autre extrémité est reliée directement à un petit barboteur de Cloëz, qui renferme 2^{cc} ou 3^{cc} d'une solution de soude caustique; après la combustion, qui se fait très vite, nacelle, tube et barboteur sont lavés avec le moins possible d'eau distillée chaude et le dosage se fait dans ce liquide. En employant 5^{cc} de chloroforme seulement, on peut doser avec sûreté des quantités d'iode bien inférieures à celles indiquées par Baumann.

» J'ai toujours trouvé dans les glandules parathyroïdes du lapin et du chien une plus grande quantité d'iode que dans la glande. Je donne, dans les deux Tableaux ci-dessous, quelques-uns de mes chiffres :

Tableau N° 1. — Lapins.

Nos	Poids des animaux.	Age et sexe.	Poids de la glande fraîche.	Poids sec.	Iode.	Poids des glandules fraîches.	Poids sec.	Iode.
	kg		gr	gr	mgr	gr	gr	mgr
1	2,800	adulte	0,166	»	0,02	0,0195	»	0,06
2	2,240	♂	0,26	0,04 (2 et 3)	0,046 (2 et 3)	0,005	0,003 (2 et 3)	0,1 (2 et 3)
3	1,800	♂	0,12			0,005		
4	2,880	adulte ♀	0,24	»	0,069	0,019	»	0,16
5	760	7 semaines ♀	0,065	0,023 (5 et 6)	0,05 (5 et 6)	0,0075	0,0015 (5 et 6)	0,069 (5 et 6)
6	715	7 semaines ♂	0,053			0,005		

» Les animaux nos 2 et 3 avaient été élevés ensemble, dans les mêmes conditions;

---

(1) C'est le procédé de dosage qui a été décrit et étudié par Rabourdin (*Comptes rendus*, t. XXXI, p. 784; 1850).

(2) Je remercie mon collègue et ami, M. André, des renseignements qu'il m'a donnés à ce sujet.

leurs organes ont été réunis pour les dosages. Il en est de même pour les dosages dans les organes des nos 5 et 6, lapins de la même portée.

TABLEAU N° 2. — CHIENS.

Nos	Poids des animaux.	Age et sexe.	Poids du lobe droit de la glande.	Iode.	Poids du lobe gauche de la glande.	Iode.	Poids des glandules.	Iode.
	kg		gr	mgr	gr	mgr	gr	mgr
1	9,750	adulte ♂	0,74 frais	0,16	0,59 frais	0,2	0,011 externes	0,02
2	10,100	très jeune ♂	0,67	0,17	0,52	0,08	0,021 ext. et int.	0,03
3	9,300	jeune ♂	0,55	0,16	0,50	0,08	0,012	dosage perdu
4	16,500	adulte ♀	0,72	0,09	0,71	0,12	0,026 externes	0,1
5	6,00	jeune ♀	0,60 frais 0,14 sec	0,13	0,52 0,125 sec	0,1	0,0135 ext. et int. 0,0035 sec	0,03

» En calculant les moyennes, on peut dire que, chez le lapin, pour une glande qui pèse $0^{gr},19$ (fraîche), il y a $0^{mgr},034$ d'iode, et pour des glandules qui pèsent (fraîches) $0^{gr},012$, il y a $0^{mgr},08$ d'iode. Absolument parlant, il y a donc beaucoup plus d'iode dans les glandules.

» Chez le chien, pour une glande qui pèse en moyenne $1^{gr},22$, on trouve $0^{mgr},22$ d'iode, et pour des glandules pesant en moyenne $0^{gr},016$, on trouve $0^{mgr},045$ d'iode. Ici, c'est seulement la quantité relative d'iode qui est plus considérable.

» On peut conclure de là que, si la sécrétion de la glande thyroïde doit être caractérisée par la présence de l'iode, les glandules parathyroïdes font partie du système d'organes qu'il est permis d'appeler *thyroïdiens*. Des expériences en voie d'exécution me permettront sans doute de déterminer plus exactement la relation qui existe entre la glande et les glandules (¹). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Les bronches épartérielles chez les Mammifères et spécialement chez l'homme*. Note de M. **D.-A. d'Hardivillier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Chr. Aeby a montré (*Der Bronchialbaum der Saügethiere und des Menschen*, 1880) qu'il existe, chez les Vertébrés supérieurs, *un tronc bronchique* traversant de part en part l'appareil pulmonaire et présentant dans

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie générale au Muséum d'Histoire naturelle.

ses ramifications un rapport constant avec l'artère pulmonaire qui le croisé.

» Le tronc bronchique émet des bronches collatérales primaires qui se classent en deux groupes, d'après la situation qu'elles occupent vis-à-vis de l'artère pulmonaire. Celles qui sont placées au-dessus de l'artère forment le système *épartériel*, et l'ensemble de celles qui naissent au-dessous constitue le système *hypartériel*.

» *Chez les Mammifères*, le système épartériel est peu développé. Le nombre des bronches épartérielles permet cependant à Aeby de grouper les Mammifères en trois séries. Dans la première, il range les espèces qui ont une épartérielle de chaque côté; dans la seconde, celles qui ont une épartérielle droite; et dans la troisième, enfin, celles qui ne possèdent pas d'épartérielle.

» La théorie pulmonaire d'Aeby a été vivement attaquée par plusieurs savants. His, chez l'homme (*Archiv. für Anatomie und Physiologie*, 1887), Robinson, chez les rats (*Journal Anatomy and Physiology*, 1889), déclarent que, dans ces deux genres, il existe une bronche épartérielle droite, mais que l'épartérielle gauche, absente, est suppléée par un rameau provenant de la première bronche hypartérielle gauche. Narath (*Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem malagischen Archipel*, 1896) prétend qu'il faut rejeter complètement la division des bronches en épartérielles et hypartérielles. Les prétendues bronches épartérielles ne sont, pour lui, que des rameaux de la première hypartérielle, qui peuvent émigrer sur le tube bronchique, de façon à venir se placer au-dessus de l'artère pulmonaire.

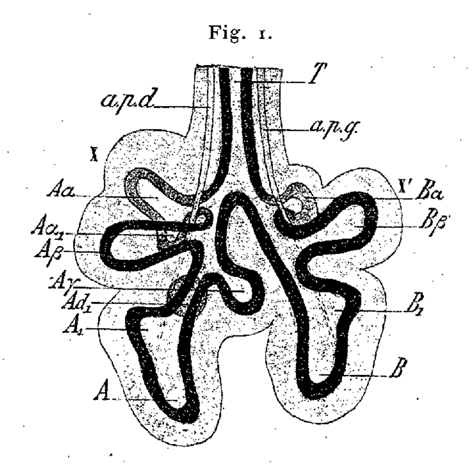
» Des recherches personnelles me permettent de ne pas partager les opinions de ces embryologistes. Les premières portent sur le lapin et ont été partiellement publiées (*Société de Biologie*, 1896; *Bibliographie anatomique*, 1896 et 1897; *Thèse de Lille*, 1897). Les secondes ont rapport à l'homme et sont encore inédites.

» *Chez le lapin*, dans des poumons embryonnaires de treize jours et six heures (*fig.* 1), je trouve une branche épartérielle de chaque côté (Aα et Bα). Ces deux branches épartérielles naissent postérieurement à la première branche hypartérielle par ramification collatérale du tube bronchique. L'épartérielle droite continue à proliférer et fournit les ramifications bronchiques du lobe supérieur. L'épartérielle gauche se développe aussi pendant un certain temps, puis subit une régression, s'atrophie et disparaît. Jamais l'épartérielle gauche n'émigre sur la première hypartérielle.

» *Chez l'homme*, l'étude de deux cas anormaux fournit des documents tout aussi précieux.

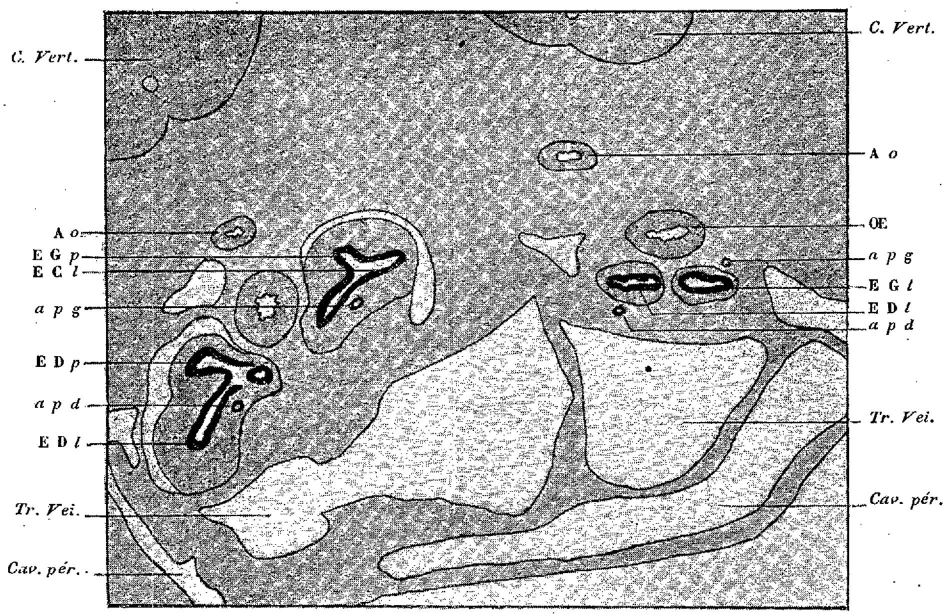
» Dans le premier cas, il s'agit d'un embryon humain du deuxième mois (*fig*. 2). C'est un monstre double de la classe des dérodymes, dont les coupes sériées nous ont

Fig. 1.



été communiquées par MM. Laguesse et Bué. On trouve deux trachées suivies de deux paires de poumons. Les poumons du composant droit sont symétriques, avec trois

Fig. 2.

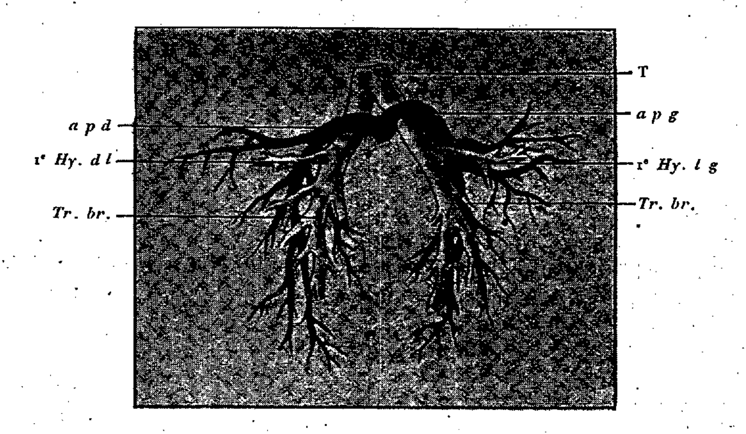


lobes et une bronche épartérielle de chaque côté. La *fig*. 2 montre nettement ces deux bronches symétriques (ED et EG), et les artères (a, p, g et a, p, d) passant au

devant de chacune d'elles. Les poumons du sujet gauche possèdent une épartérielle droite; il n'y a pas d'épartérielle gauche au sens d'Aeby, c'est-à-dire de bronche située au-dessus et en arrière de l'artère.

» Le second cas est en quelque sorte l'inverse du premier. Je le rencontre chez un fœtus humain du sixième mois, provenant d'une mère syphilitique (service de M. Gaulard) dont on a provoqué l'accouchement prématuré pour dystocie fœtale. Ici les deux poumons comprennent chacun deux lobes. J'injecte les bronches avec du collodion et l'artère pulmonaire avec le même liquide coloré en noir. Je soumets

Fig. 3.



ensuite les poumons à la macération dans l'acide chlorhydrique. Je constate alors, ainsi qu'il est facile de s'en assurer dans la *fig.* 3, qu'il n'y a de bronche épartérielle ni à droite ni à gauche.

» Ainsi, dans les poumons de lapin, j'ai vu naître, se développer et s'atrophier la bronche épartérielle gauche. Dans les poumons humains, il y a normalement, comme chez le lapin adulte, une bronche épartérielle droite. Dans deux cas anormaux, je rencontre, chez l'homme, soit l'existence d'une épartérielle de chaque côté, soit son absence des deux côtés.

» De l'ensemble de ces faits je crois donc pouvoir déduire les conclusions suivantes :

» 1° *Les poumons des Mammifères sont originellement symétriques et possèdent une épartérielle de chaque côté.* Quand cette loi paraît en défaut chez l'adulte, c'est par suite d'une atrophie dans le développement embryonnaire.

» 2° *Les trois groupes caractéristiques établis par Aeby chez les Mammifères n'ont qu'une valeur secondaire*, puisqu'une épartérielle peut exister de chaque côté, soit à l'état rudimentaire chez l'embryon, soit à l'état de développement complet chez l'adulte.

» Ce fait aide à comprendre comment Aeby est arrivé parfois à classer dans deux groupes différents deux genres voisins appartenant au même ordre. Il permet aussi d'affirmer qu'au point de vue morphologique le lobe supérieur du poumon droit de l'homme est une formation spéciale, sans équivalent à gauche.

» 3° *Les bronches épartérielles sont des bronches collatérales primaires du tronc bronchique ayant une valeur toute particulière.* Elles ne sont pas, comme le dit Narath, des rameaux de second ordre dérivant des bronches hypartérielles [1]. »

EMBRYOLOGIE. — *Les premiers stades du développement des Pedipalpes.* Note de Mlle **Sophie Pereyaslawzewa**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Pour cette Étude, trois espèces de *Phrynes* ont été gracieusement mises à ma disposition par M. Bouvier, professeur d'Entomologie au Muséum d'Histoire naturelle. Ce sont : 1. *Tarantula palmata* (Herbst), 2. *Phrynus medius* (Herbst?), 3. *Phryniscus bacillifer* (Gerstacker).

» 1. *Tarantula palmata*. — Les œufs de cette espèce, très petits et parfaitement ronds, portaient une tache blanchâtre, au contour irrégulier, recouvrant un tiers de la surface de l'œuf. A la loupe, la tache paraissait absolument lisse, dépourvue de toute sinuosité périphérique. Les coupes de l'œuf, à ce stade, ont montré que cette tache présente un blastoderme, non seulement déjà différencié en trois feuillets embryonnaires, mais encore en bourrelets : membres futurs, système nerveux et cerveau.

» Effectivement, le développement des feuillets embryonnaires, celui des membres thoraciques et du système nerveux, précèdent de beaucoup la fermeture de la couche blastodermique.

» 2. *Phrynus medius* (?). — Le stade qu'offraient les œufs de cette espèce était beaucoup plus avancé dans son développement, que celui de l'espèce précédente. A un faible grossissement, on voyait très nettement que le blastoderme enveloppait l'œuf tout entier. Tous les membres thoraciques étaient non seulement formés, mais atteignaient le diamètre de l'œuf. Les deux organes latéraux très grands étaient disposés au-dessus de la troisième paire de pattes. L'embryon était déjà plié en deux, de même que tous les membres disposés sur ses flancs.

» Les coupes nous apprennent que l'embryon est recouvert d'une cuticule très épaisse, formant des papilles allongées et serrées les unes contre les autres dans cer-

(1) Travail fait au laboratoire d'Histologie et d'Embryologie de la Faculté de Médecine de Lille.

tains endroits, courtes et éparses sur le reste du corps. L'ectoderme adhère intimement à la cuticule et chacune de ses cellules est enfoncée dans la papille correspondante. Les cellules ectodermiques, comme les papilles cuticulaires, sont très rapprochées sur les parties du corps où la croissance a le plus d'intensité. Le mésoderme, longeant l'ectoderme en couche continue, est plus épais sur la ligne médiane dorsale, région de l'apparition du cœur. Dans les membres, les cellules mésodermiques sont très nombreuses et, par endroits, très serrées. Le système nerveux est constitué par deux bandes; chacune touche la partie correspondante du cerveau; se rapprochant le plus ici, elles cheminent ensuite vers le bout postérieur du corps en s'écartant de plus en plus l'une de l'autre, en même temps que leur épaisseur diminue. Le système nerveux tout entier n'est constitué que par un seul élément histologique : les cellules nerveuses. Le cerveau, comme les bandes nerveuses ventrales, offre de nombreux plissements. Il est encore difficile de compter les ganglions auxquels ces plissements donneront naissance.

» La segmentation de l'abdomen, qui se délimite à peine du céphalothorax, est très faible, et ses traces en forme de bourrelets ne sont visibles que sur les bords latéraux. Les dimensions des bourrelets sont inégales : les quatre qui suivent immédiatement les pattes sont beaucoup plus grands que tous ceux qui viennent après. Leur structure interne aussi est plus avancée, conformément à leur grandeur.

» L'endoderme ne présente pas de couche continue; par ci par là, on rencontre des cellules éparses, qui sont plus nombreuses et plus rapprochées dans la région de l'œsophage. L'œsophage existe déjà et son tube ne dépasse pas l'épaisseur de la partie des bandes nerveuses adhérentes. L'invagination ectodermique anale se dessine à peine.

» Juste au-dessus de chaque chélicère, on remarque une invagination très profonde, donnant naissance au ganglion de l'œil médian, qui occupera le sommet de l'invagination.

» 3. *Phryniscus bacillifer*. — Une grande lacune existe entre le stade de développement du *Phryniscus bacillifer* et celui de l'espèce qui précède. Tous les membres ont beaucoup gagné en longueur. Les organes latéraux existent encore. Au niveau de la dernière paire de pattes, on remarque des enfoncements latéraux assez prononcés, qui indiquent les limites du céphalothorax et de l'abdomen.

» Sur les coupes de cet embryon, on constate que le système nerveux a fait de grands progrès. La masse nerveuse s'est accumulée dans le cerveau aussi bien que dans la chaîne ventrale sous forme de ganglions et de commissures. La première commissure se trouve exactement au-dessus de l'œsophage; la seconde, immédiatement au-dessous : les deux contribuent à former le collier œsophagien, aux parois latérales très épaisses. Les ganglions correspondant aux membres céphalothoraciques sont déjà réunis par des commissures; ces dernières se montrent déjà, en outre, entre les ganglions correspondant aux quatre premiers bourgeons abdominaux. Les ganglions se sont également différenciés dans le reste de la chaîne ventrale, diminuant toujours de volume vers l'extrémité postérieure du corps. Aucune paire de ganglions n'est située exactement au niveau de la paire de membres correspondante. Les protubérances ocellaires ont fait, relativement, très peu de progrès; ce retard est en rapport direct avec le développement très lent des parties contiguës du cerveau. Les cellules constituant cette partie se distinguent, par leur aspect, de toutes les autres cellules nerveuses.

Cette différence, visible dès le début du développement, persiste au même degré jusque dans le dernier stade que j'ai pu étudier.

» Dans cette période d'évolution, l'abdomen de l'embryon ne présente pas trace de segmentation du côté dorsal. Celle-ci n'est marquée que par les bourgeons latéraux, dont les quatre premiers sont déjà plutôt des appendices. La grandeur des autres est encore inégale et va en diminuant. Pour ce qui est de leur structure interne, on y trouve un amas de cellules mésodermiques. Les éléments histologiques de leur mésoderme, de même que de leur ectoderme, sont en voie de multiplication très active. Dans ce stade, la cuticule n'adhère à l'ectoderme que du côté dorsal et y présente des papilles éparses; elle est lisse et complètement séparée de l'ectoderme du côté ventral; dans la région des quatre premières paires d'appendices abdominaux, elle est séparée et en voie de former des plis innombrables et très rapprochés.

» Les cellules mésodermiques des membres montrent une tendance très nette à former des groupes correspondant aux futurs faisceaux musculaires. On constate que le mésoderme s'est déjà différencié en couche somatique et couche splanchnique. Sur les côtés latéraux, ces deux couches sont encore en contact; mais elles s'écartent de plus en plus vers la ligne médiane dorsale, où l'on trouve le cœur presque formé.

» L'endoderme est représenté par une multitude de cellules, aux deux pôles opposés de l'embryon; l'œsophage et le rectum ne forment nulle part de couche continue. La lenteur du développement de l'endoderme marche de concert avec la lenteur du développement de l'œsophage et du rectum. »

ZOOLOGIE. — *Système nerveux sympathique des Orthoptères* (1).
Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une Note préliminaire, nous avons décrit le système nerveux sus-intestinal des Mecopodinæ (2); nous donnons aujourd'hui les résultats de nos recherches, concernant cet appareil dans l'ordre des Orthoptères tout entier. Nos observations ont porté sur vingt-cinq espèces, appartenant aux familles des *Phasmidœ*, des *Blattidœ*, des *Mantidœ*, des *Acridiidœ*, des *Locustidœ* et des *Gryllidœ*.

» Le *système nerveux sympathique* des Orthoptères, très uniforme quant à son ensemble, débute, à l'extrémité antérieure du pharynx, par un gros ganglion qu'on peut désigner, à cause de sa situation, sous le nom de *ganglion frontal* ou *buccal*. Ce ganglion, qu'on trouve chez toutes les espèces, est situé au-dessus du pharynx et un peu en arrière du point d'insertion de

(1) Conclusions d'un travail fait au Muséum d'Histoire naturelle (laboratoire de M. le professeur Edmond Perrier).

(2) Voir les *Comptes rendus* du 12 octobre 1896.

la lèvre supérieure. Il affecte une forme sphérique (*Gryllidæ*) ou tronconique (*Blattidæ, Mantidæ, Locustidæ*, etc.) et émet, à ses angles antéro-externes, deux larges cordons cylindriques qui vont se fixer aux connectifs œsophagiens, immédiatement au-dessous du cerveau. De la partie médiane de la face antérieure part un filet nerveux, d'abord simple et cylindrique, mais qui ne tarde pas à se ramifier sur les parois musculaires de la lèvre supérieure.

» De la face postérieure amincie du ganglion buccal part le *nerf récurrent impair* ou *médio-antérieur*, qui unit le massif frontal au massif œsophagien.

» La partie œsophagienne du système nerveux sympathique comprend un système ganglionnaire médian impair et un système ganglionnaire latéral pair. Le premier est représenté par le *ganglion œsophagien* ou *hypocérébral*, de forme ovoïde, tantôt assez développé et tantôt, au contraire, plus ou moins atrophié (*Blattidæ, Mantidæ*). Il est uni aux ganglions latéro-œsophagiens par deux connectifs, généralement cylindriques.

» Le *système ganglionnaire latéro-œsophagien* comprend deux paires de ganglions. La paire antérieure est formée par deux ganglions lamelleux et aplatis, recouvrant presque complètement le ganglion œsophagien et se rattachant à la face inférieure du cerveau par deux connectifs nerveux. Ils émettent latéralement de nombreuses ramifications nerveuses, allant se distribuer aux parois latérales de l'œsophage, aux glandes salivaires et à leurs canaux excréteurs.

» Chaque ganglion antérieur du système latéro-œsophagien émet, en arrière, un cordon nerveux cylindrique qui va s'unir à l'un des ganglions de la paire postérieure. Ces deux ganglions, de même forme, sont sphériques, de couleur blanchâtre, et appliqués, sur les parois latérales œsophagiennes, en des points variables suivant les espèces.

» Du système ganglionnaire latéro-œsophagien se détachent de nombreux filets nerveux, ramifiés et anastomosés entre eux, constituant ainsi un *plexus sympathique œsophagien*.

» Le ganglion hypocérébral émet, en arrière, tantôt *un seul* (*Blattidæ, Mantidæ*), tantôt *deux nerfs récurrents postérieurs*. Quand il n'existe qu'un seul nerf récurrent postérieur, il est, en général, situé à la face dorsale du jabot; lorsque, au contraire, le système est pair, les deux nerfs récurrents longent les parois latérales du jabot, jusqu'à l'origine du gésier.

» Les nerfs récurrents postérieurs envoient de nombreuses ramifications nerveuses aux parois œsophagiennes, à celles du jabot, et unissent les gan-

glions sympathiques intestinaux ou abdominaux aux ganglions de l'œsophage. Les *ganglions abdominaux,* tantôt pairs (*Gryllidæ, Acridiidæ,* etc.), tantôt impairs (*Blattidæ, Mantidæ*), affectent une forme triangulaire, sont renflés à leur milieu, amincis sur leurs bords, et émettent de nombreux filets nerveux qui vont se distribuer au gésier, aux cæcums intestinaux et à l'origine de l'intestin moyen. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Sporozoaire nouveau* (Cœlosporidium chydoricola *n. g. et n. sp.*), *intermédiaire entre les Sarcosporidies et les* Amœbidium *Cienkowsky* [1]. Note de MM. **Félix Mesnil** et **Émile Marchoux**, présentée par M. Edmond Perrier.

« De tous les groupes de Sporozoaires, celui des Sarcosporidies est certainement le moins bien connu. D'autre part, le curieux parasite externe des Arthropodes d'eau douce, décrit par Cienkowsky (*Botan. Zeit.*, t. XIX; 1861), sous le nom d'*Amœbidium parasiticum,* a une place encore bien peu précise parmi les êtres vivants. Balbiani, puis Bütschli l'ont rapproché, avec les plus expresses réserves, des Sporozoaires et, en particulier, des Sarcosporidies. L'étude de l'endoparasite que nous allons décrire nous paraît apporter une confirmation très nette de cette opinion. Elle est, de plus, intéressante au point de vue de l'histoire générale des Sporozoaires.

» Les *Chydorus sphœricus* O.-F. Müller (Crustacés cladocères de la famille des *Lynceidæ*), vivant dans les mares des bois de Bellevue, aux environs de Paris, présentent fréquemment, *dans la cavité du corps,* un organisme parasitaire, qui évolue de la façon suivante [2] :

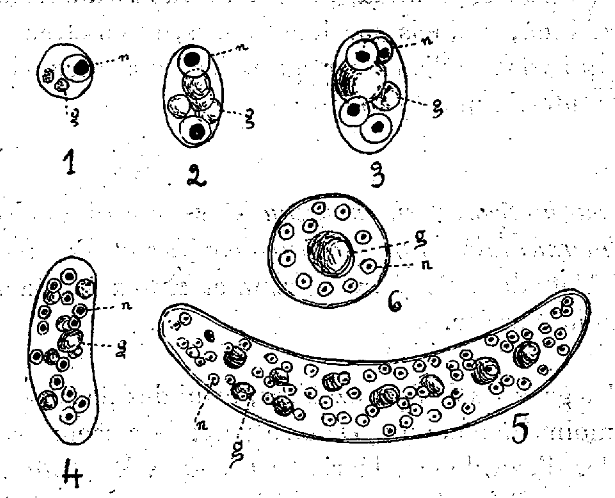
» Les plus jeunes stades, libres dans la cavité du corps, se présentent sous forme d'une masse arrondie de 6μ à 8μ de diamètre (*fig.* 1), avec une membrane mince, un noyau vacuolaire contenant une masse chromatique unique centrale, et un ou deux globules graisseux. A mesure que le parasite croît, il s'allonge, prend une forme ovoïde (*fig.* 2 et 3), puis légèrement courbée (*fig.* 4), et enfin aboutit à un corps en forme de boudin (*fig.* 5), de 60 μ à 100 μ de long, avec une forte courbure, d'un diamètre sensiblement constant (15 μ à 20 μ), arrondi aux extrémités, rempli de gros globules graisseux et de nombreux globules réfringents. En même temps, le noyau se divise en

---

(1) Travail du laboratoire de M. Metchnikoff, à l'Institut Pasteur.

(2) Le parasite a été étudié à l'état frais, et aussi après coloration, *in toto,* à la thionine phéniquée très étendue, sur des coupes à la safranine, picro-indigo-carmin (fixation à la liqueur de Flemming).

deux, puis en quatre, et finalement on en a un nombre illimité; ils présentent la structure typique des noyaux de Sporozoaires, vacuole achromatique claire et karyosome central. Sur une coupe transversale (*fig.* 6), on voit que la graisse occupe la région



n, noyau; *g*, globule graisseux.

centrale, et les noyaux une position périphérique. La membrane s'accroît peu à peu, et, aux stades âgés, on a une enveloppe kystique épaisse et très résistante, de nature chitineuse.

» La division du protoplasme apparaît très tardivement, et l'état final consiste en un kyste, avec une rangée axiale de globules graisseux, et tout autour de nombreux corpuscules de 2 μ à 4 μ de long, de forme légèrement ovoïde, quelquefois en fuseau, ayant une apparence amœboïde. Ces corpuscules, incontestablement homologues des *corps réniformes* des Sarcosporidies, sont formés d'une masse protoplasmique homogène, avec amas chromatique nucléaire central. Nous les interprétons, jusqu'à nouvel ordre, comme des Sporozoïtes.

» Nous considérons cet état final, dont l'évolution rappelle à tant d'égards celle des Sarcosporidies, comme une forme de résistance capable de transmettre, après la mort du *Chydorus* infesté (1), la maladie à d'autres individus de la même espèce.

» *On observe, d'ailleurs, à l'intérieur du corps du* Chydorus, *un autre cycle évolutif :* au commencement de l'abdomen, dans le tissu qui avoisine dorsalement le tube digestif, on trouve fréquemment des corps allongés, cylindriques, de 20 μ à 30 μ de long sur 10 μ de large. La membrane est très mince, facilement déformable, et l'on observe deux ou trois grosses vacuoles claires centrales, mais ni globules réfringents, ni globules graisseux. La structure nucléaire est identique à celle d'une forme libre

(1) Des *Chydorus*, renfermant jusqu'à trois cents kystes (soit approximativement un tiers du volume du Crustacé), nageaient avec agilité dans les cristallisoirs; mais ils succombaient beaucoup plus vite que les individus non infestés.

kystique de même taille; les noyaux sont un peu plus gros et moins nombreux. Nous ne pouvons interpréter ces formes que comme *un stade de l'évolution d'éléments capables de multiplier l'infection chez un individu déterminé*.

» Comment se fait l'infection d'un *Chydorus?* Elle a certainement lieu par la voie digestive. On voit, en effet, dans les cellules de la paroi ventrale du tube digestif, de petits corps ronds, avec un protoplasme clair et un petit point chromatique central, rappelant comme forme et comme grosseur les corpuscules des gros kystes. C'est, d'ailleurs, surtout dans la région ventrale du corps qu'on trouve les formes jeunes uninucléées libres, contenant déjà de la graisse, et que nous avons prises comme point de départ de notre description. L'évolution de certaines jeunes amibes paraît donc se faire vers les kystes. Ce sont d'autres amibes qui sont vraisemblablement le point de départ des formes endogènes.

» La place du parasite que nous venons de décrire et que nous désignons sous le nom de *Cœlosporidium chydoricola*, est certainement dans les Sporozoaires et il nous paraît devoir être regardé comme le type d'un sous-ordre de Sarcosporidies. La compréhension de ce groupe se trouve donc considérablement augmentée. Mais notre parasite a aussi des affinités indiscutables avec les *Amœbidium*.

» Sur un certain nombre d'espèces de *Lynceidæ* et d'autres Cladocères vivant en compagnie de *Chydorus sphæricus*, et sur ce dernier aussi, nous avons observé des ectoparasites sous diverses formes, évoluant tout à fait comme les *Amœbidium* de Cienkowsky (forme amibe, kyste à Sporozoïtes, etc.) ([1]). Or une des formes fixées ressemble beaucoup à nos kystes de *Cœlosporidium;* elle correspond comme forme, grosseur, structure nucléaire et inclusions protoplasmiques à un kyste arrivé au milieu de son évolution; à côté de ces formes, on trouve des stades plus jeunes.

» Il nous est impossible de dire si cet ectoparasite constitue un cycle particulier de développement de *Cœlosporidium;* mais ce que nous pouvons affirmer, c'est qu'il en est très voisin. Le nouveau sous-ordre de Sarcosporidies que nous sommes amenés à créer comprend donc aussi le genre *Amœbidium* ([2]). Par conséquent, la place de cet organisme, jusqu'ici énigmatique, se trouve précisée.

» C'est probablement du côté d'*Amœbidium* que devra être cherchée

---

([1]) Cet ectoparasite est très semblable, peut-être identique, à celui figuré par L. Pfeiffer (*Die Protozoen als Kranheitserreger,* Iena, 1895, *fig.* 39, p. 68). C'est un organisme assez voisin que M. Metchnikoff a observé (Notes inédites) sur les appendices d'un *Apus* des environs de Paris.

([2]) Moniez (*Comptes rendus,* t. CIV, p. 183; 1887) et L. Pfeiffer (*loc. cit.*) ont signalé des *Amœbidium,* parasites du tube digestif des Cladocères; ce dernier croit même, sur des coupes, en avoir vu dans la cavité sanguine.

l'origine ancestrale de tout le groupe des Sporozoaires si, ce qui est loin d'être prouvé, il est monophylétique. Le parasitisme externe de cet organisme, la durée assez longue du stade amibe, plaident en faveur de cette manière de voir.

» L'existence d'un double cycle évolutif chez une Sarcosporidie peut être la base d'un rapprochement de ces êtres avec les Coccidies et, en tout cas, montre la généralité du dimorphisme évolutif chez les Sporozoaires.

» Enfin, au point de vue de la Biologie générale, nous croyons intéressant de noter que :

» 1° Tous les *Chydorus sphæricus*, renfermant dans leur cavité générale des stades âgés de *Cœlosporidium*, n'avaient ni ovaires, ni jeunes dans la cavité incubatrice; *l'endoparasite châtre donc son hôte*. Les ectoparasites observés ne produisaient aucune action semblable.

» 2° Le *Cœlosporidium* endoparasite se rencontre chez une espèce déterminée, à l'exclusion de toute autre. L'ectoparasite se présente chez toutes les espèces de Cladocères vivant dans l'étang contaminé. »

ZOOLOGIE. — *Organes phagocytaires observés chez quelques Annélides marines*. Note du Dr J. Cantacuzène, présentée par M. Edmond Perrier.

« Je résume ici les résultats de quelques recherches entreprises dans les stations zoologiques de Roscoff et d'Alger, relativement aux organes qui, chez les Annélides suivantes : *Nephthys margaritacea*, *Glycera convoluta*, *Arenicola piscatorum*, *Spirographis Spallanzanii*, ont pour fonction de débarrasser le liquide cavitaire des particules solides de toute nature qui peuvent s'y rencontrer. La méthode employée a consisté à injecter dans la cavité générale de ces animaux du carmin en suspension dans l'eau de mer, puis à rechercher les points où s'est localisée la couleur.

» Ces appareils phagocytaires sont représentés : 1° par les amœbocytes; 2° par les cellules endothéliales du cœlome et leurs dérivés fixes, amas ou glandes lymphoïdes; 3° enfin, par les cellules néphridiales. Les cellules endothéliales, qui fonctionnent comme phagocytes, perdent leur caractère de cellules plates, se boursouflent, font saillie dans la cavité générale, tantôt isolées, tantôt groupées par trois ou quatre en une seule assise. C'est principalement dans la cavité des parapodes, chez *Nephthys* et chez *Spirographis*, que l'on trouve en abondance ces énormes macrophages endothé-

liaux. Les amas lymphoïdes résultent de la prolifération des cellules endothéliales (on peut toujours observer, à la base de l'amas, des formes de passage entre la cellule plate et la cellule lymphoïde). Ces petits organes sont constitués par des cellules simplement juxtaposées, sans interposition de stroma conjonctif; le protoplasma, d'aspect sale, renferme des inclusions jaunes, brunes, vertes, semblables à celles que l'on trouve dans l'épiderme. On peut distinguer des amas lymphoïdes irréguliers, distribués çà et là sans ordre et sans constance, et des amas réguliers, constants, symétriquement disposés dans chaque segment.

» Dans les cellules néphridiales, le carmin est toujours localisé entre le noyau et le bord libre de la cellule, et cela dès le début de sa pénétration dans l'élément (une heure après l'injection), ce qui montre qu'il est directement puisé dans la cavité néphridiale.

» Qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre de ces catégories d'éléments, toujours et très rapidement le carmin est saisi par eux sous forme de granulations solides, bientôt enfermées dans une vacuole arrondie s'il s'agit d'un phagocyte d'origine endothéliale, dans une lacune irrégulière s'il s'agit de l'épithélium néphridial. Bientôt le contenu de la vacuole se colore en rose. Au bout de quelques jours, le carmin ingéré par la cellule se présente sous forme d'une inclusion liquide délimitée par une fine membrane.

» Jamais je n'ai trouvé de carmin libre plus de quarante-huit heures après l'injection.

» *Nephthys margaritacea.* — L'épais feutrage de fibres musculaires et de soies qui occupe la cavité des parapodes y détermine une stagnation des particules en suspension dans le liquide cœlomique et constitue une disposition très favorable à la phagocytose. Aussi la plupart des cellules endothéliales qui tapissent cette région sont-elles transformées en énormes macrophages fixes; de plus, de place en place, existent de petits amas lymphoïdes, distribués sans ordre, souvent appendus, comme des bourgeons, sur le trajet des faisceaux musculaires. Le tout constitue une glande parapodiale diffuse et fait du parapode un lieu d'active dépuration phagocytaire.

» Dans chaque segment existent deux paires d'amas lymphoïdes constants : l'une ventrale, située sur le plancher de la chambre intestinale au-dessus du muscle longitudinal; l'autre dorsale, logée dans l'angle externe formé par le muscle longitudinal et la paroi du corps.

» *Glycera convoluta.* — Pas de glande parapodiale diffuse; l'endothélium parapodial est partout plat et ne renferme pas d'inclusions. Par contre, dans chaque rame existent deux amas réguliers, de forme et de position constantes, allongés parallèlement au grand axe de la rame, l'un ventral, l'autre dorsal, appendus chacun, à la façon d'un hamac, à la paroi de la cavité, avec l'endothélium de laquelle ils ne sont en continuité que par leurs extrémités.

» On trouve en plus, dans chaque segment, deux paires d'amas lymphoïdes constants : l'une ventrale, située sur le plancher de la chambre néphridiale, accolée au muscle longitudinal, au voisinage immédiat du système nerveux central; l'autre dorsale, logée dans l'angle interne du muscle longitudinal et la paroi du corps.

» Les Glycères, dépourvues d'appareil vasculaire, possèdent des hématies. Ces éléments renferment du carmin toujours sous forme d'inclusions liquides. Il ne s'agit pas là d'une action phagocytaire, mais bien d'absorption, par l'hématie, du carmin en solution dans le liquide cavitaire. Cette fonction excrétrice des hématies a déjà été signalée par Hugo Eisig chez les Capitelliens. Dans la néphridie, seules les cellules de la portion élargie absorbent le carmin; ni les cellules de l'entonnoir, ni celles du canal excréteur n'ont cette propriété. L'extrémité libre de la cellule, gorgée de carmin et d'inclusions de toutes sortes, s'œdématie, se détache et tombe dans la cavité de l'organe d'où elle est expulsée au dehors par le jeu des cils. Jamais le noyau n'est entraîné.

» *Arenicola piscatorum.* — Dans chacun des segments pourvus de néphridies il existe une paire de très gros amas lymphoïdes. Chaque amas est situé sur le plancher de la chambre néphridiale, au-dessous du muscle longitudinal; une extrémité est enfoncée dans l'intérieur même du pavillon vibratile; l'autre déborde sur le bord interne de ce pavillon, appendue aux vaisseaux festonnés qui courent autour de l'entonnoir; le revêtement endothélial extérieur de ces vaisseaux prend part à la constitution de l'amas. Dans les segments dépourvus de néphridies, l'organe phagocytaire se réduit à un petit groupe de macrophages endothéliaux accolés au muscle longitudinal ventral et dont la présence n'est même pas constante.

» Dans la néphridie, seul l'épithélium de la vésicule absorbe le carmin solide; on n'en rencontre point dans les cellules de la portion glandulaire; la direction du mouvement des flagelles empêche, en effet, les particules solides qui, de l'entonnoir pénètrent dans la vésicule, de refluer jusque dans la cavité de la glande.

» Guido Schneider (*Zeitsch. f. wiss. Zool.*, Bd. LXI; 1896) signale déjà la présence du carmin dans les cellules néphridiales, mais sans préciser sa localisation.

» *Spirographis Spallanzanii.* — La glande parapodiale diffuse existe avec les mêmes caractères que chez *Nephthys.*

» Chaque segment du corps contient une paire d'organes lymphoïdes constants, faisant saillie sur le plancher de la cavité générale. Chaque amas, allongé transversalement, situé en arrière de la néphridie, contre le muscle longitudinal ventral, a la forme d'un cône dont la base est engagée entre le bord interne de ce muscle et le mésentère ventral, et dont le sommet se termine au niveau de l'extrémité interne des soies.

» Il existe souvent, mais non constamment, des amas correspondants dorsaux à grosse extrémité appuyée contre le mésentère dorsal. Les cellules chloragogènes n'ingèrent pas les grains de carmin; mais, à la limite des amas chloragogènes et de l'endothélium cœlomique, on trouve des cellules endothéliales ayant déjà, au point de vue de la nature des inclusions, le caractère des chloragogènes; ces éléments ingèrent également le carmin.

» Mes observations manquent jusqu'ici de netteté relativement à la portion de la néphridie qui incorpore les grains de carmin. »

ZOOLOGIE. — *Étude expérimentale sur les Coccidies.* Note de M. Louis Léger.

« Dans le but de vérifier la théorie que j'ai émise sur l'évolution des Coccidies et d'après laquelle, en thèse générale, le Sporozoïte primitif *coccidien* n'a pas une évolution dimorphe aboutissant d'une part à des *Eimeria* et d'autre part à des *Coccidium*, mais bien un cycle continu débutant par la formation des Kystozoïtes (Sporozoïte d'*Eimeria* des auteurs) et se continuant par les Sporokystes ou Kystes à spores durables, j'ai entrepris quelques expériences, d'ailleurs assez longues à réaliser, et dont je crois devoir faire connaître le principal résultat.

» Ces expériences ont porté sur la Coccidie de la *Scolopendra cingulata*, dont les gros individus renferment, pour ainsi dire, constamment une Coccidie polysporée, *Adelea dimidiata* Schneider, en même temps que de nombreux bouquets de Sporozoïtes eimeriens découverts par moi depuis plusieurs années. Les jeunes Scolopendres, au contraire, se montrent assez rarement infestés par ces parasites.

» J'ai fait absorber à deux jeunes Scolopendres, reconnues autant que possible indemnes par l'observation prolongée de leurs excréments et étroitement surveillées pour éviter les réinfections, des Kystes d'*Adelea* en parfait état de maturité. Au bout de trente-cinq jours, l'une d'elles était sacrifiée; l'intestin moyen était littéralement farci de Sporozoïtes eimeriens, libres ou en bouquets, grouillant dans le chyme intestinal, et en quantité telle que *jamais* je n'en ai observé autant dans les individus infestés naturellement et examinés au moment de la capture; la seconde, sacrifiée vingt jours plus tard, montrait en outre de jeunes individus d'*Adelea* déjà munis d'une paroi protectrice assez épaisse. Deux autres Scolopendres témoins, nourries exclusivement avec du lait pur et également surveillées pour éviter les réinfections, n'ont montré, au bout du même temps, que de très rares Kystes d'*Adelea* avec peu ou point d'*Eimeria* et résultant vraisemblablement d'une infection primitive ayant précédé la capture et reconnue dans les excréments au début de l'expérience.

» Ces expériences, outre qu'elles montrent l'unité spécifique des *Eimeria* et des *Adelea*, comme on était en droit de s'y attendre d'après les observations de plusieurs auteurs chez les Vertébrés, de moi-même chez les Arthropodes, et les résultats récemment annoncés ici par Simond, viennent à l'appui de ma théorie en montrant que le Sporozoïte primitif, issu du Kyste d'*Adelea*, donne d'abord un Kyste eimerien dont les Sporo-

zoïtes, que j'appelle *Kystozoïdes*, deviennent plus tard les Kystes de l'*Adelea* ou Sporokystes.

» Ainsi s'explique le fait observé depuis longtemps par Pfeiffer que, chez les Myriapodes de nos pays, les *Eimeria* abondent surtout au printemps, et les *Adelea* à l'automne. Cet auteur avait cru devoir le rapporter à des influences saisonnières ou de température susceptibles de déterminer des infections aiguës (*Eimeria*) ou chroniques (*Adelea*); on voit qu'il résulte simplement du mode d'évolution même du parasite, dont l'apparition est naturellement liée, chaque année, au retour printanier de l'activité alimentaire.

» D'autre part, j'ai montré, dans un précédent Mémoire (¹), quelle remarquable analogie présente le cycle évolutif d'une Coccidie ainsi considéré avec celui des Grégarines, en homologuant le Kystozoïte des Coccidies au Sporoblaste grégarinien, et le Sporokyste coccidien à la spore octozoïque des Grégarines. Ces deux cycles sont calqués l'un sur l'autre, avec cette intéressante distinction que, chez les Coccidies, le développement est dilaté par suite de l'absence d'un vitellus nutritif suffisant dans le Kyste (*Kyste eimerien*), tandis qu'il est, au contraire, condensé chez les Grégarines, où le Kyste est abondamment pourvu de réserves suffisant amplement au développement ultérieur des Sporoblastes.

» L'expérience et l'étude comparative me paraissent donc, comme la simple observation des faits, justifier pleinement la théorie que j'ai émise sur l'évolution des Coccidies. »

BOTANIQUE. — *Sur l'indépendance de certains faisceaux dans la fleur.* Note de M. Paul Grélot, présentée par M. G. Bonnier.

« Dans une Note précédente (²), j'ai exposé quelques-uns des différents modes d'insertion des faisceaux du gynécée sur les faisceaux staminaux et sur les faisceaux périanthaires chez des fleurs appartenant au groupe des Gamopétales bicarpellées. J'ai montré que les relations qui peuvent exister entre ces faisceaux varient énormément suivant que la concrescence des cycles est plus ou moins accentuée.

(¹) Louis Léger, *Étude sur les Coccidies. Évolution. Relation avec les Grégarines. Classification* (*Bulletin scientifique de la France*, dirigé par A. Giard, t. XXXI. Extrait, mai 1897).

(²) *Comptes rendus*, 18 mai 1896.

» Les connexions théoriques des faisceaux peuvent être totalement anéanties, et il arrive que, par suite de la forme spéciale des carpelles et de l'élargissement considérable du réceptacle, certains faisceaux du gynécée n'ont plus aucune relation soit entre eux, soit avec ceux des cycles inférieurs. Ils naissent et demeurent indépendants.

» Les Borraginées et les Labiées, qui se rapprochent par la disposition spéciale de leur ovaire, nous en fournissent quelques exemples.

» Suivons la marche des faisceaux sur des coupes transversales sériées dans une fleur âgée de *Nonnea flavescens,* c'est-à-dire portant des nucules bien développés. Ceux-ci sont insérés sur un large réceptacle un peu convexe et ont la forme de colonnettes cylindriques à leur base et renflées en massue dans leur partie supérieure; ils sont parfaitement séparés l'un de l'autre et le style, très grêle, occupe l'axe de la fleur. En allant du pédicelle vers le sommet, on remarque que, après la sortie des faisceaux sépalaires, pétalaires et staminaux, il reste au centre quatre arcs libéroligneux tournant leur concavité vers l'axe. Ces arcs représentent les traces des quatre faisceaux ovulaires, augmentées de celles des faisceaux carpellaires secondaires. Un peu plus haut, on voit apparaître, sur le plan antéro-postérieur, les deux faisceaux médians carpellaires. Ils sont concentriques avec le bois central et ne sont en communication avec aucun des faisceaux avoisinants. En montant toujours vers le sommet des carpelles, on les voit se rapprocher peu à peu du centre et enfin passer dans le style. Leur indépendance est complète sur tout leur parcours.

» Parfois ces faisceaux médians carpellaires sont dépourvus de liber à leur base; ils se terminent alors par un lacis de grosses trachées, courtes et larges, orientées dans tous les sens et pouvant atteindre 35^{μ} de diamètre sur 80^{μ} de longueur (*Symphytum echinatam*); ces groupes de vaisseaux rappellent assez, comme structure, les diaphragmes aquifères de M. Bertrand [1]. Plus haut, le nombre des trachées diminue ainsi que leur diamètre; elles se disposent en files verticales, tandis que le liber apparaît, normalement orienté, c'est-à-dire tourné vers l'extérieur, ou tout autour des vaisseaux si les faisceaux sont concentriques; puis les deux faisceaux médians, ainsi complétés, se courbent vers le centre et passent dans le style.

» M. Henslow [2], qui a étudié la course des faisceaux chez le *Symphytum officinale* et l'*Echyum calycinum*, a vu aussi ces groupes de gros vaisseaux « nés librement dans le parenchyme et totalement indépendants de l'axe »; il les compare, je ne sais pourquoi, à des mâcles. Il ne parle pas du liber.

» Les lacis de vaisseaux que l'on trouve à la base des médians carpellaires descendent plus ou moins bas dans le réceptacle et peuvent même dépasser le niveau de courbure des faisceaux sépalaires médians (*Salvia pratensis*).

» Parfois aussi les deux groupes de trachées se réunissent vers la base en un seul,

---

(1) BERTRAND, *Théorie du faisceau* (*Bulletin scientif. du nord de la France*, p. 63; 1880).

(2) HENSLOW, *On the vascular systems of floral organs* (*The Journal of the Linnean Society*, vol. XXVIII, p. 189; 1890).

mais celui-ci reste toujours isolé des autres faisceaux : *Mentha sylvestris, Calamintha Nepeta.*

» L'indépendance des médians carpellaires par rapport aux faisceaux environnants n'est pas toujours aussi absolue que chez la *Nonnea flavescens,* et il peut se former de fines anastomoses latérales; mais celles-ci n'ont lieu qu'à une certaine hauteur sur le faisceau, alors que les grosses trachées ont disparu pour faire place à des files de vaisseaux spiralés ordinaires; de plus, ces anostomoses se font uniquement par quelques éléments libériens, qui se courbent vers l'extérieur, pour s'unir à droite et à gauche soit au liber des faisceaux placentaires, comme chez les *Nepeta grandiflora, Ajuga reptans, Lavandula vera,* soit à celui des faisceaux pétalaires et staminaux avoisinants : *Calamintha Nepeta, Mentha sylvestris, Stachys recta ;* à ce niveau, les derniers faisceaux sont individualisés et ont pris la forme concentrique.

» Dans certains cas, chez la *Salvia pratensis* par exemple, le liber descend assez bas sur les faisceaux indépendants, alors que leurs vaisseaux sont encore nombreux et enchevêtrés en tous sens. Le liber se trouve alors largement en contact avec celui des faisceaux pétalaires et staminaux ; ces derniers, comme précédemment, sont concentriques ; ici encore, les éléments libériens seuls communiquent, les vaisseaux restent complètement isolés.

» Les faisceaux indépendants qui naissent sur le plan antéro-postérieur représentent parfois les médians carpellaires seulement : *Nonnea flavescens, Symphytum echinatum ;* tantôt ils supportent toute la nervation du gynécée, moins les quatre faisceaux ovulaires : *Mentha sylvestris, Calamintha Nepeta ;* tantôt une partie seulement : *Stachys recta, Lavandula vera, Nepeta grandiflora, Ajuga reptans ;* ailleurs ils supportent les faisceaux des nectaires : *Salvia pratensis.*

» Enfin il arrive aussi que les quatre faisceaux ovulaires soient indépendants comme les médians carpellaires.

» Chez la *Pulmonaria saccharata,* en effet, après la sortie des faisceaux médians sépalaires, le système libéroligneux central, vu en coupe transversale, présente la forme d'un large pentagone régulier et comprend les faisceaux pétalaires, staminaux, ceux des nectaires et une partie de ceux du gynécée. Sur le plan antéro-postérieur apparaissent d'abord, dans l'intérieur du pentagone, deux groupes de grosses trachées appartenant aux médians carpellaires; puis, un peu au-dessus, quatre autres groupes situés deux de chaque côté du plan et représentant les quatre faisceaux ovulaires. A ce niveau, le pentagone s'est rompu et les faisceaux pétalaires et staminaux ont gagné la périphérie, laissant vers le centre quatre arcs tournant leur concavité vers l'axe de la fleur et opposés aux quatre faisceaux ovulaires. Ces quatre arcs représentent les traces des faisceaux des nectaires, augmentées de celles des faisceaux carpellaires secondaires. C'est à ce niveau seulement que le liber apparaît sur les faisceaux indépendants ; les deux médians carpellaires ont la forme collatérale, avec leur liber tourné vers l'extérieur ; les quatre faisceaux ovulaires sont concentriques, à bois interne.

» Ici encore, l'indépendance de ces faisceaux est complète sur tout leur parcours [1]. »

---

[1] Travaux du laboratoire de Matière médicale de l'École supérieure de Pharmacie de Nancy.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Troubles fonctionnels réflexes d'origine péritonéale, observés pendant l'éviscération d'animaux profondément anesthésiés.* Note de MM. **L. Guinard** et **L. Tixier**, présentée par M. Potain ([1]).

« Depuis les recherches de Goltz, Lallemand, Brown-Séquard, Vulpian, François Franck, etc., il est établi que le péritoine peut être le point de départ d'une série de réflexes, agissant sur le cœur et la respiration; Tarchanoff a démontré que, lors de l'inflammation de cette séreuse, ces réflexes sont exagérés. Plus récemment, Stapfer étudiait les relations de la circulation abdominale avec les mouvements du cœur. Tout spécialement, à propos des accidents cardio-pulmonaires consécutifs aux troubles gastro-hépathiques, des hypothèses ingénieuses ont été émises et des expériences démonstratives ont été exécutées, par MM. Potain, Teissier, Arloing et Morel, etc.

» Le but de nos recherches, sur le même sujet, a été de provoquer, expérimentalement, et d'enregistrer certains phénomènes réflexes d'origine péritonéale, produits dans des conditions se rapprochant, autant que possible, de la clinique, afin d'avoir quelques renseignements sur les phénomènes physiologiques qui accompagnent ou créent cet état pathologique bien connu des chirurgiens sous le nom de *shock*.

» Nous avons, pour cela, chez des chiens profondément anesthésiés à l'éther, au chloroforme ou au chloral, pratiqué des éviscérations totales, de trente minutes de durée environ, pendant lesquelles, à des intervalles plus ou moins rapprochés, nous faisions subir à l'intestin des traumatismes variés : dévidement, simple pincement, manipulations douces ou brutales, et enfin réintégration. Nous inscrivions, à l'aide d'appareils graphiques appropriés, les modifications de la pression artérielle, du pouls, du cœur et de la respiration. Dans les dix expériences réalisées, les résultats ont été remarquables par leur constance et leur netteté: ils peuvent donc être considérés comme bien acquis. Nous les résumerons d'abord dans les quelques propositions suivantes :

» I. *Réflexes circulatoires.* — *a. Action sur la pression artérielle.* — Ce sont les phénomènes les plus accusés. D'une manière constante, les irritations péritonéales, chez l'animal anesthésié, ont pour effet d'amener une

---

([1]) Travail du laboratoire de M. le professeur Arloing.

chute de la pression. Les plus grands écarts ont été de 36^{mm} et 42^{mm}; la moyenne étant de 20^{mm} environ.

» *b. Action sur le cœur.* — Le cœur est habituellement ralenti et, au cardiographe, on constate que ses pulsations sont parfois affaiblies. L'étude sphygmographique du pouls carotidien vérifie aussi le ralentissement cardiaque par des différences, en moins, de 24 à 26 pulsations; les pulsations ont également moins d'amplitude.

» II. *Réflexes respiratoires.* — L'accélération de la respiration accompagne toujours les grandes excitations du péritoine chez les animaux anesthésiés; on peut compter jusqu'à 20 respirations en plus par minute.

» Si l'on entre dans l'exposé de quelques détails dignes d'intérêt, on remarque d'abord que les troubles de la pression artérielle ne présentent pas les mêmes caractères chez les chiens sains et chez les chiens dont le péritoine a subi un traumatisme antérieur et est plus ou moins malade.

» Chez les chiens sains, les réflexes sont plus tardifs, plus difficiles à provoquer, surtout au début. Au moment où l'on pratique l'éviscération, on ne note aucune modification; c'est seulement après dix ou quinze minutes, en moyenne, depuis la sortie de la masse intestinale, que les irritations péritonéales amènent la chute de la pression. D'ailleurs, généralement, plus l'éviscération dure, plus sensible est le péritoine et plus intenses sont les réflexes.

» Chez les chiens malades, dont le péritoine a été rendu plus irritable par un traumatisme antérieur, les choses se passent un peu différemment. Dès qu'on pratique l'éviscération, on voit la pression faiblir et, dès le début de l'opération, les dévidements, les manipulations se révèlent par des chutes de la tension artérielle qui persistent longtemps. Par contre, quand l'état péritonéal est trop grave, la pression reste uniformément faible et les excitations ont peu ou pas d'effets.

» On peut observer des différences analogues dans l'étude des autres réflexes cardiaques et respiratoires.

» Il nous paraît important de faire remarquer que les divers troubles fonctionnels réflexes que nous avons observés sont indépendants les uns des autres, de telle sorte que, par exemple, les modifications de la pression peuvent se produire sans troubles respiratoires, et *vice versa*. Bien qu'ayant même origine, ils ne sont donc pas entièrement subordonnés les uns aux autres.

» Les conclusions à tirer de nos expériences sont doubles :

» Au point de vue *physiologique* d'abord, il y a, dans nos recherches sur

le chien, une vérification complète, peut-être meilleure que les autres, des essais antérieurs ci-devant rappelés, notamment des expériences de Goltz, Vulpian, Tarchanoff, sur les réflexes d'origine abdominale.

» Il nous paraît intéressant aussi d'avoir constaté que, chez les chiens profondément anesthésiés, les impressions sensitives provenant du péritoine se traduisent par des réflexes vasomoteurs aussi constants et aussi faciles à vérifier que ceux que nous avons vus : indépendamment et sans préjudice des autres modifications du cœur et de la respiration.

» Au point de vue *chirurgical*, nos conclusions seront les suivantes :

» 1° L'état de shock se révèle par des signes physiologiques qui, enregistrés, correspondent exactement aux symptômes connus en clinique.

» 2° L'éviscération réalise des conditions très favorables à la production du shock.

» 3° Chez les individus dont le péritoine n'est pas enflammé, l'éviscération peut être exécutée sans danger, à condition que le cœur soit sain. Elle ne doit pas être prolongée au delà de quinze minutes.

» 4° Chez les individus dont le péritoine est malade (péritonisme, péritonite, occlusion intestinale), l'éviscération est dangereuse; par l'acuité des réflexes dont elle est le point de départ. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches diamantifères du Cap et leurs variations en profondeur.* Note de M. L. DE LAUNAY.

« Un voyage récent en Afrique australe nous a permis de faire, sur les roches diamantifères de la région de Kimberley, quelques observations que nous croyons nouvelles.

» On sait que ces roches diamantifères présentent l'aspect d'une sorte de brèche verdâtre, pleine de fragments hétérogènes, et remplissent des cavités cylindriques verticales, traversant les terrains horizontaux du karoo. Dans ces terrains sont comprises, à Kimberley, deux coulées interstratifiées de roches éruptives, qualifiées localement : l'une, de basalte; l'autre, de mélaphyre ou *hard rock* (roche dure). La brèche diamantifère, à son tour, est recoupée par des veines plus dures, telles que le *snake* (serpent), que l'on a dénommées tour à tour porphyre, wackite, porphyrite, basalte, etc.

» L'examen microscopique et chimique de ces roches éruptives diverses nous a conduit à ce résultat intéressant, qu'elles font toutes partie d'un

même groupe pétrographique et en représentent des termes de basicité croissante avec le temps. La roche bréchiforme, où sont cristallisés les diamants, est le terme le plus basique de ces venues successives, que l'on est en droit de rattacher à un même magma fluide interne.

» C'est ce qu'expriment les deux Tableaux suivants, où les roches sont classées d'après leur ordre de succession géologique, la première étant la plus ancienne :

1° *Détermination pétrographique.*

Désignations locales.	Détermination nouvelle.
1. *Hard rock* ou *mélaphyre.*	*Diabase ophytique à péridot, passant, par endroits, à une porphyrite augitique à péridot.*— I. Plagioclase, olivine, augite, magnétite; II. Augite labrador; III. Serpentine, calcite, quartz.
2. *Basalte.*	*Diabase anortique à olivine, à structure ophitique.* — I. Olivine, magnétite; II. Bytownite, augite, diallage; III. Serpentine, calcite, quartz.
3. *Roche diamantifère.*	*Brèche péridotique.* — Olivine dominante, en grande partie serpentinisée; augite altérée, mica noir, et fragments de minéraux ou de roches, dits *floatings reefs,* dans une pâte chargée de serpentine, calcite, limonite, opale, etc., et criblée de cristaux de magnétite. Cette pâte offre la composition de la bronzite.
4. *Snake.*	Roche analogue à la roche diamantifère, mais à grain plus fin.

2° *Analyse chimique.*

	Silice.	Alumine.	Potasse.	Soude.	Oxyde de fer.	Magnésie.	Chaux.	Perte au feu.	Total.
Type hard rock	49,50	18,40	1,48	4,65	13,10	5,25	2,24	5,23	99,95
	46,60	16,90	0,63	4,67	11,60	9,35	2,76	7.12	99,74
Type basalte	47,00	16,60	0,46	3,00	11,00	9,80	11,38	1,89	101,13
Roche diamantifère	40,30	9,45	0,90	4,93	7,30	21,20	3,48	16,00	100,56
Snake	27,00	6,75	0,61		9,60	27,70	11,20	16,30	99,16

» Ce dernier Tableau montre immédiatement la diminution progressive de la silice et des éléments feldspathisants, alumine et alcalis, tandis que les bases augmentent avec le temps. La proportion de magnésie, qui passe du simple au quintuple, est particulièrement caractéristique.

» Nous croyons voir là une preuve de plus de la cristallisation du diamant en profondeur dans un bain de fonte magnésienne incomplètement scorifiée, qui a pu être consolidé brusquement, comme dans les expériences de M. Moissan, par une introduction d'eau superficielle, ayant amené la formation soudaine et l'explosion des hydrocarbures et qui, pulvérisée dans cette explosion, aura donné lieu à la montée de cette brèche diamantifère, presque exclusivement formée de cristaux de péridot ([1]).

» L'étude des fragments de roches hétérogènes englobés dans cette brèche nous a montré, d'autre part, que ces fragments venaient exclusivement des parois de la cheminée diamantifère. Ils diffèrent suivant la nature des couches constituant ces parois et ont été remontés par la roche éruptive, au-dessus de la couche dont ils proviennent, d'une hauteur qui peut varier entre 150^{m} et 300^{m}. L'apparition de roches nouvelles dans cette brèche avec l'approfondissement des travaux est donc un indice que l'on approche d'un niveau où ces roches formeront les parois.

» Dans cet ordre d'idées, nous appelons l'attention sur la façon dont se sont multipliés, à 350^{m} de profondeur, dans la mine de Beers, les débris de granite et de granulite, qui faisaient absolument défaut dans les parties hautes. Nous croyons pouvoir en conclure que l'on arrivera assez prochainement au soubassement granitique, époque où pourront être tranchées, d'une façon décisive, un certain nombre de questions intéressantes, relatives à l'origine et au mode de formation des diamants. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'ancienneté probable de l'exploitation de l'étain, en Bretagne.* Note de M. **L. Davy**. (Extrait.)

« Dès le mois de juin 1882, j'avais constaté l'existence de certains accidents artificiels du sol entre Abbaretz et Vay (Loire-Inférieure) et j'avais reconnu une grande différence entre ces travaux et ceux qui ont eu pour but l'exploitation du fer ([2]).

» Un peu plus tard, et après de minutieuses recherches, j'ai trouvé le minerai d'étain, sous forme de cassitérite, associé au quartz dans les haldes

---

([1]) Cette théorie sera développée prochainement dans un Ouvrage sur les *Diamants du Cap*.

([2]) Cette découverte avait fait l'objet d'un pli cacheté, déposé à l'Académie en juin 1882.

voisines des excavations et, presque en même temps, des scories d'un aspect tout particulier.

» Pour dissiper tous les doutes, j'ai adressé des échantillons à M. Mallard, mon ancien professeur, et voici ce qu'il m'écrivit à ce sujet :

» J'ai reçu vos échantillons qui m'ont beaucoup intéressé. Les scories contiennent de l'étain métallique *en petits grains disséminés*. Il n'est donc pas douteux qu'elles proviennent du traitement sur place du minerai.

» C'est du reste, comme vous avez pu le voir dans mon Mémoire [*Gisements stannifères du Limousin et de la Marche* (*Ann. des Mines*, 6e série, t. X)], un fait général dans l'ancienne Gaule, et je suis très heureux de voir se confirmer, par un nouvel exemple, l'activité minière que j'ai attribuée à nos ancêtres. Car je ne doute pas que les travaux découverts par vous ne soient de la même époque que ceux du Limousin.... Je souhaite très vivement que la découverte que vous m'annoncez vous porte honneur et profit.

» Enfin, quelques mois plus tard, j'ai trouvé le minerai en place, dans une carrière située sur le prolongement vers l'est des travaux anciens.

» La plupart des auteurs ont attribué ces accidents du sol, soit à d'anciens travaux de fortification, soit à des exploitations de minerai de fer.... De l'étain, il n'a jamais été question.

» *Description des filons.* — Les filons qui contiennent et accompagnent le minerai d'étain sont enclavés au milieu du terrain silurien supérieur, composé de schistes et grès grossiers, de phtanites et d'ampélites. Ils forment un stockverk ressemblant beaucoup à celui que l'on a exploité à la Villeder, mais en différant cependant en ce que, à la Villeder, son orientation se rapproche de la ligne nord-sud, tandis qu'à Abbaretz elle est voisine d'est-ouest, qui est la bonne direction de la Cornouaille anglaise.

» Ce sont des filons de quartz très fétide, blanc laiteux ou grisâtre, contenant du mica blanc ou doré, de la cassitérite, de la tourmaline, etc.

» La cassitérite se trouve de préférence le long des épontes et dans les régions les plus micacées des filons.

» *Description des travaux anciens.* — Les travaux anciens les plus importants sont ceux qui s'étendaient, sans interruption, d'Abbaretz au sud de Nozay, sur une longueur de 10^{km} en ligne droite orientée est-ouest. Ce sont des excavations, affectant ordinairement la forme d'une ellipse très allongée, entourées des déblais formant talus qui en ont été extraits. On voit, le plus souvent, plusieurs lignes parallèles et très rapprochées de grands trous de ce genre; mais, comme il a dû arriver bien des fois que les déblais d'une mine ont servi à combler la voisine délaissée à cause de son envahissement par les eaux, l'ensemble de ces mouvements du sol paraît alors très irrégulier à toute personne qui n'en a pas fait une étude attentive.

» La largeur de l'ensemble des travaux est de plusieurs centaines de mètres.

» Les traces de fouilles se poursuivent très régulièrement vers l'ouest, jusqu'au

bourg de Vay, et, bien que dans cette partie je n'aie pas vu la cassitérite, je suis convaincu de la continuité des filons contenant ce minérai jusqu'à Vay.

» A l'ouest de Vay, j'ai essayé de suivre la grande ligne des Mardelles de M. Kerviler; mais je n'ai plus trouvé de filons stannifères ni de continuité réelle dans les traces d'exploitations, et je n'ai vu que du minerai de fer bien plus irrégulièrement disséminé.

» A l'est d'Abbaretz, mes efforts pour retrouver les filons d'étain ont été tout aussi infructueux : je n'ai trouvé que de beaux affleurements de minerai de fer, exploités à une époque dont l'histoire ne conserve aucun souvenir, mais dont les traces actuelles diffèrent beaucoup de celles des vieilles mines d'étain.

» *Conclusions.* — Tous les auteurs qui se sont occupés des antiques exploitations d'étain dans l'ouest de l'Europe admettent qu'elles ont précédé de longtemps l'occupation du pays par les Romains; je me range à cette opinion, et je pense que les mines d'Abbaretz-Nozay ont été exploitées par les Gaulois, qu'elles ont été abandonnées vers l'époque de la conquête, puisque les conquérants n'en disent rien; qu'il n'en a pas été de même pour le fer, que les Gaulois exploitaient aussi dans la Loire-Inférieure, mais dont ils ont continué l'exploitation sans interruption. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action des courants de haute fréquence au point de vue de la tension artérielle.* Note de M. **A. Moutier**. (Extrait.)

« M. d'Arsonval a déjà signalé que les courants de haute fréquence déterminent une élévation de la tension artérielle chez l'homme et chez les animaux; nos expériences nous ont donné les mêmes résultats, mais nous avons obtenu une élévation beaucoup plus considérable en augmentant la tension de ces courants à l'aide du résonateur de M. Oudin.

» En produisant des étincelles ou même des effluves à l'aide de l'excitateur de cet appareil, le long de la colonne vertébrale chez l'homme, et en opérant principalement de haut en bas, nous avons obtenu des élévations de 4^{cm}, 5^{cm}, 6^{cm} et même 8^{cm} de mercure....

» Cette tension normale est obtenue d'une façon beaucoup plus rapide qu'avec les autres moyens usités jusqu'à présent, y compris les transfusions hypodermiques de sérum artificiel.... »

MÉDECINE. — *Sur un traitement électrique palliatif du tic douloureux de la face.* Note de M. J. Bergonié, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

« Le courant électrique, sous toutes ses formes, est compris dans la thérapeutique de la névralgie du trijumeau. Cette Note a pour but de fixer la forme et la technique d'un traitement, expérimenté depuis plus de dix ans, et qui consiste dans l'emploi percutané du courant continu avec de très hautes intensités et une longue durée.

» L'électrode active a la forme d'un demi-masque et couvre exactement tout le territoire innervé par le trijumeau; elle est reliée au pôle positif; sa surface varie entre 200^{cq} et 250^{cq}; elle est en étain malléable, recouvert d'une couche de feutre débordant le métal d'un demi-centimètre, et se moule exactement sur la face du malade, où elle est maintenue par deux ou trois tours de bande de caoutchouc. Le circuit comprend un électromoteur à courant continu (électromoteur chimique de préférence), donnant à peu près 50 volts; un rhéostat, un milliampèremètre, l'électrode active, l'électrode indifférente, placée au niveau de la région dorsale de 400^{cq} à 500^{cq}; les conducteurs complétant le circuit doivent présenter toute sécurité dans leur continuité et aux points de contact.

» Les électrodes étant convenablement imbibées d'eau chaude et exactement appliquées, on élève progressivement et très lentement l'intensité du courant, jusqu'à ce qu'elle atteigne 35, 40 et jusqu'à 50 milliampères. (On emploie d'abord l'intensité minima, pour atteindre ensuite, dans les séances ultérieures, des intensités plus élevées.) La période d'ascension du courant doit durer sept à dix minutes, et, si l'application est convenablement faite, aucun vertige, aucun phosphène, aucune sensation douloureuse vive ne peut se produire. L'intensité maxima étant atteinte, on la laisse constante pendant quinze, vingt ou vingt-cinq minutes; puis à cette période succède la période décroissante du courant, pendant laquelle l'intensité est lentement ramenée à zéro.

» Parmi les malades auxquels on a eu l'occasion d'appliquer ce traitement, dix ont pu être suivis pendant une durée qui varie de trois à dix années. Chez tous, l'effet palliatif de ces applications a été très marqué. Chez trois malades en particulier, les crises douloureuses ne se produisent plus qu'à des intervalles de six mois, onze mois, trois ans; chez tous les autres, les intervalles des crises ont toujours été augmentés dès le début du traitement.

» En résumé, après les applications, l'excitabilité sensitive particulière du nerf est très diminuée ou supprimée, les périodes de crise s'éloignent de plus en plus, les crises se font de plus en plus rares et moins intenses. »

MM. G. APOSTOLI et BERLIOZ adressent une nouvelle Note « Sur l'action thérapeutique générale des courants alternatifs de haute fréquence ».

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Guyon, Potain.)

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 AOUT 1897.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Juillet 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Étude biologique sur le botaniste Pierre-Antoine Poiteau, d'après les documents manuscrits du Muséum d'Histoire naturelle, par M. ÉDOUARD BUREAU. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum*. Troisième série.) 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : LOUIS OLLIVIER. 30 juillet 1897. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. Séance du 20 juillet 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Bulletin de juin 1897. Paris, Chaix, 1897; 1 br. in-8°.

Illustrationes floræ atlanticæ seu icones plantarum novarum rariorum vel minus cognitarum in Algeria necnon in regno tunetano et imperio maroccano nascentium, auctore E. COSSON. Fasc. VII. Parisiis, E Reipublicæ typographeo. Maio 1897; gr. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtiche Hoogeschool. Nitgegeven door TH. W. ENGELMANN ET C.-A. PEKELHARING. Vierde reeks. V. Eerste Aflevering. Utrecht, Breijer, 1897; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 juillet 1897.)

Note de M. *A. de Gramont*, Sur le spectre du carbone :

Page 172, note (²) du bas de la page, *au lieu de* 3 février, *lisez* 25 janvier.

(Séance du 26 juillet 1897.)

Note de M. *Ch.-Éd. Guillaume*, Recherches sur les aciers au nickel :

Page 237, ligne 3, *au lieu de* 8,60, *lisez* 7,15.
Même page, ligne 16, *au lieu de* 0,0129, *lisez* 0,0072.
Même page, ligne 17, *au lieu de* 0,0011, *lisez* 0,011.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AOUT 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. le Dr *Tholozan,* Correspondant de la Section de Médecine et Chirurgie, décédé à Téhéran (Perse), le 31 juillet 1897.

Il annonce également la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. Victor Meyer, l'un des premiers chimistes de l'Allemagne, décédé subitement à Heidelberg, le 8 août 1897.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur le nombre et la symétrie des faisceaux libéro-ligneux des appendices (feuilles) dans leurs rapports avec la perfection organique;* par M. **Ad. Chatin.**

« Déjà je me suis occupé, pour la mesure de la gradation des végétaux, en Morphologie : de la multiplicité des parties homologues [1]; de la

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXVI.

variété des organes (¹); de la localisation des organes (²). Consacrée aux faisceaux libéro-ligneux de l'extrême base des pétioles, au point où ces faisceaux se dégageant des faisceaux ou phytons des axes se réunissent à des degrés divers, la présente étude fortifie de données anatomiques les déductions tirées, en Morphologie, de la localisation des organes. C'est, par conséquent, une étude de localisation anatomique, faisant suite à une précédente étude de localisation morphologique.

» Payer effleura le sujet dans ses recherches, d'ailleurs bien sommaires, sur le mode de subdivision des faisceaux du pétiole pour la formation des nervures des feuilles (³). Généralisant des observations trop peu nombreuses, Payer admit que le nombre des faisceaux du pétiole est invariable dans chacune des familles naturelles.

» Or, il va être surabondamment établi que ce nombre, exceptionnellement à peu près fixe dans quelques familles, varie notablement en d'autres, des variations pouvant même se présenter, non seulement entre genres voisins, mais encore dans les espèces d'un même genre.

» Nous aurons même à constater, par suite d'un retard de localisation, des nombres différents de faisceaux suivant que le pétiole est considéré à son extrême base ou à quelques millimètres au-dessus de celle-ci (*Ilex*, Rosacées, Amygdalées, Caprifoliacées, etc.).

» Dans la prévision (non déçue) que des aperçus de quelque intérêt pouvaient ressortir, comme d'eux-mêmes, du groupement des faits dans chacune des classes de Phanérogames, je considère séparément ces faits pour le grand embranchement des Dicotylédones :

» Chez les Corolliflores, ce groupe que toutes mes études conduisent à placer au haut de l'échelle végétale;

» Chez les Gamopétales périgynes, admises par Ad. Brongniart, etc., comme étant les plus parfaites des plantes;

» Chez les Dialypétales périgynes et les Dialypétales hypogynes ou Thalamiflores, classe que de Candolle, par une fausse conception du rôle de la multiplicité des organes, mettait au plus haut de l'échelle;

» Chez les Monochlamidées, dont les multiples contacts avec les Thalamiflores justifient les rapprochements opérés par de savants botanistes;

» Viendront enfin les Monocotylédones qui, dans la classification nou-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVII.
(²) *Ibid.* t. CXVII.
(³) Payer, *Thèse à la Faculté des Sciences de Paris*, 1840.

velle de M. Van Tieghem, fondée sur ses importantes études de l'ovule, occuperaient, comme *Bitégumentées*, avec les Dialypétales, le premier rang.

» Dans chacune des classes, les espèces sont disposées par familles naturelles. Quant aux faits observés, ils sont catégorisés d'après le nombre (1, 3, 5, 7, etc.) des faisceaux du pétiole.

» Mon exposé commence par les Corolliflores à fleur régulière et généralement isostémone, pour se continuer par les Labiatiflores, presque toujours méiostémones.

» De l'exposé des faits sortiront quelques aperçus et déductions, se complétant et se généralisant à mesure que j'avancerai dans l'étude des classes.

DICOTYLÉDONES COROLLIFLORES.

PÉTIOLES A UN SEUL FAISCEAU.

» *Apocynées*. — Allamanda, Ammsonia, Apocynum, Asclepias, Beaumontia, Carissa, Cerbera, Cynanchum, Gomphocarpus, Hoya, Lochnera, Marsdenia, Nerium, Ophioxylon (¹), Periploca, Papaya, Tabernæmontana, Tanghinia, Trochilospermum, Vinca, Vincetoxicum.

» *Loganiacées*. — Anthocleista, Buddleia, Fragræa, *Logania*, Sideroxylon, Strychnos (²).

» *Gentianées*. — Gentiana acaulis (³), Erythræa.

» *Convolvulacées*. — Calystegia, Convolvulus arvensis, Ipomæa.

» *Jasminées*. — Asmanthus, Cyananthus, Forsythia, Fraxinus, Jasminum, Leycesteria (²), Ligustrum, Olea, Phyllirea, Syringa.

» *Olacinées*. — Olax.

» *Solanées*. — Atropa, Cestrum, Datura (⁴), Habrothamnus, Lycium, Lycopersicum (²), Nicotiana, Physalis (⁵), Solandra, Solanum Dutiamara et S. Pseudo-Capsicum, Verbascum.

» *Polémoniacées*. — Phlox, Polemonium.

» *Borraginées*. — Alkana, Anchusa sempervirens, Cerinthe minor, Cer. major (²), Cordia, Echium, Heliotropium, Lycopsis, Myosotis, Phacelia, Pulmonaria, Scopolia, Tournefortia, Wigandia.

» *Myoporinées*. — Myoporium.

(¹) Cinq faisceaux à l'extrême base; un seul à 1^{mm} plus haut.

(²) Trois faisceaux punctiformes à l'extrême base; plus haut, un seul faisceau.

(³) A l'extrême base, cinq faisceaux se maintenant dans le *Gentiana lutea*.

(⁴) Le Datura a un gros faisceau non en segment de cercle, mais arrondi.

(⁵) Cinq faisceaux à l'extrême base.

» *Sapotacées.* — Achras, Sapota, Bassia, Baruelia, Chrysophyllum, Lacuma, Palaquium, Sophilema.

» *Primulacées.* — Cyclamen, Dodecatheum, Lysimachia vulgaris, Primula sinensis (¹).

» *Éricacées.* — Andromeda, Arbulus, Arctostaphylos, Azalea, Clethra, Gaultheria, Kahnia, Ledum, Macleania, Rhododendron.

» *Épacridées.* — Fabiana.

» *Ebénacées.* — Diospyros, Styrax.

» *Ilicinées.* — Ilex aquifolium, Ilex balearica (²).

» *Labiées.* — Ajuga, Brunella vulgaris (³), Glechoma, Lavandula, Melissa, Mentha, Monarda, Origanum, Perilla, Plectranthus, Pogostemon (²), Rosmarinus, Salvia Grahami et S. splendens (²), Teucrium scorodonia (²) et Chamadry, Botrys, Scordium (²).

» *Verbénacées.* — Duranta, Lantana, Lippia, Verbena, Vitex.

» *Scrofulacées.* — Antirrhinum, Calceolaria, Chelone, Collinsia, Digitalis purpurea et lutea, Linaria, Pentstemon, Pinguicula, Scrofularia aquatica (²). Veronica officinalis et Lindleyana.

» *Bignoniacées.* — Bignonia, Tecoma.

» *Acanthacées.* — Adathoda, Æristesia, Beloperone, Cyrtanthera, Eranthemum, Fittonia, Hemigraphis, Justicia, Libonia, Ruellia, Sisyngium, Strobilanthes.

» *Gesnériacées.* — Æschinanthus, Centradenia, Chirita, Cirtandra, Cirtanthera, Codonanthus, Gloxinia, Reichoteinera, Rhitidophyllum, Rhynchophonera.

PÉTIOLES A DEUX FAISCEAUX.

» Deux faisceaux, nombre pair, est, comme tel, une anomalie que j'ai observée parfois à la base des pétioles dans les *Lamium longiflorum, Pogostemom, Patchouly* et *Salvia pratensis,* espèces qui, à quelques millimètres de l'extrême base, ne présentent, comme la plupart des Labiées, qu'un faisceau en forme de segment de cercle.

PÉTIOLES A TROIS FAISCEAUX.

» *Loganiacées.* — Strychnos (⁴).

» *Borraginées.* — Anchusa italica.

» *Primulacées.* — Androsace maxima (⁵).

(¹) Cinq faisceaux en bas dans le *P. auricula,* trois en *acaulis* et *satior.*

(²) Trois faisceaux à l'extrême base, parfois deux très petits faisceaux s'ajoutent au segment de cercle.

(³) Cinq faisceaux dans le *Br. grandiflora.*

(⁴) Le limbe des feuilles est à trois nervures.

(⁵) Dans quelques Primulacées (*Pr. acaulis* et *elatior*), il y a trois nervures à l'extrême base seulement.

» *Labiées.* — Beaucoup de Labiées ont de trois à cinq feuilles en bas, lesquelles persistent en beaucoup de cas. — Betonica, Galeopsis, Leonurus, Scutellaria, Stachys.

» *Scrofulacées.* — Gratiola, Schizanthus, Veronica spuria (1).

» *Myrsinées.* — Ardisia, Mora.

» *Rhinanthacées.* — Bartsia, Cymbaria, Euphrasia, Pedicularis, Trixago.

PÉTIOLES A CINQ FAISCEAUX.

» *Solanées.* — Solanum tuberosum (2).

» *Gentianées.* — Gentiana lutea, Swertia, Villarsia (3).

» *Borraginées.* — Anchusa sempervirens, Borrago, Hydrophyllum, Symphilum officinale.

» *Labiées.* — Brunella grandiflora (4), Glechoma, Eremostachys, Marrubiastrum.

» *Scrofulacées.* — Digitalis lutea, Mimulus, Scrofularia canina.

» *Plombaginées.* — Plumbago capensis.

» *Plantaginées.* — Plantago coronopus ???

» *Rhinanthacées.* — Rhinanthus.

PÉTIOLES A SEPT FAISCEAUX.

» *Apocynées.* — Manihot (5).

» *Solanées.* — Physalis pubescens (6).

» *Gentianées.* — Menyanthes.

» *Labiées.* — Phlomis fruticosa et tuberosa.

» *Cytinées.* — Cytinus.

» *Orobanichées.* — Æginetia, Boschinakia, Clandestina, Conopholis, Lathræa, Phelipæ ramosa, Peronospora, Orobanche Eryngii et O. Galii.

NEUF A ONZE FAISCEAUX.

» *Borraginées.* — Symphytum tuberosum.

» *Myrsinées.* — Lobesia.

---

(1) Les trois faisceaux sont conjugués dans les *Veronica officinalis* et *Lindleyana*.

(2) Feuilles grandes et à base assez engainante.

(3) Nervation des feuilles rotacées.

(4) Un seul faisceau ordinaire dans *Br. vulgaris*.

(5) Nervation des feuilles palmées.

(6) Feuilles plus grandes que celles du *P. Alkekengi*, à trois faisceaux.

QUINZE A DIX-SEPT FAISCEAUX.

» *Myrsinées.* — Theophrasta ([1]).
» *Plombaginées.* — Statice lychnidifolia ([1]).

PÉTIOLES A NOMBREUX FAISCEAUX.

» Acanthus, Clavya ([1]); Lophospermum, Plumbago europæa ([1]).

» Des faits qui viennent d'être exposés ressortent des aperçus, relatifs notamment :

» Aux nombres très divers des faisceaux composant les pétioles des feuilles;

» Aux nombres dominateurs dans telle famille donnée; ce qui implique des rapports de ces nombres avec la taxinomie;

» A la fixité du nombre des faisceaux et à leur symétrie, généralement en raison inverse du nombre;

» Aux rapports de ces nombres avec la nervation, l'engainance et l'amplitude des feuilles;

» A quelques variabilités de nombre à divers étages du pétiole, par suite de retards ou arrêts de développement;

» A des relations inattendues, dans quelques familles, du nombre des faisceaux avec la nature, herbacée ou arborescente, des espèces;

» A la signification des faits dans la mesure de la perfection organique.

» *a.* Le nombre des faisceaux entrant dans la constitution du pétiole des feuilles varie depuis un jusqu'à des nombres qu'on peut dire indéfinis.

» Le nombre un, assez commun dans les Corolliflores, surtout dans les Corolliflores à fleur régulière (Apocynées, Convolvulacées, Solanées, Borraginées, Sapotacées, Ericacées, etc.), pour être regardé comme l'un de leurs attributs, se retrouve, bien qu'avec un caractère moins général, chez les Labiatiflores (Labiées, Verbénacées, Scrofulacées, Acanthacées). Il est cependant constant chez celles des Gesnériacées que j'ai pu observer.

» Dans quelques plantes qu'on croirait à faisceau unique, si l'examen du pétiole en était fait seulement à un ou à quelques millimètres au-dessus de son extrême base, on trouve à celle-ci trois (*Strychnos*, *Ipomœa*, *Ley-*

([1]) Les Myrsinées, Plombaginées, comme les Cucurbitacées, ont toujours des faisceaux multiples, contrairement à la généralité des Corolliflores.

cesteria, Cerinthe minor, Ilex balearica, plusieurs *Salvia et Teucrium, Scrofularia*) ou même cinq faisceaux (*Ophioxyton, Gentiana acaulis, Physalis Alkekengi, Primula auricula, Brunella grandiflora.*

» Il faut admettre que dans ces espèces à trois ou cinq faisceaux, bientôt fondus en un seul, il n'y a qu'un retard de localisation, de peu d'importance taxinomique, comme il est montré par des espèces voisines (*Primula sinensis, Cerinthe major, Ilex aquifolium*), divers *Teucrium*, etc., à un seul faisceau dès l'extrême base du pétiole.

» *b.* Chez les Corolliflores le nombre des faisceaux dépassant l'unité serait assez rare pour être négligeable, si elles ne comprenaient quelques espèces à base engainante ou à limbe de grande envergure.

» Aux premières appartiennent les parasites non vertes (*Orobanche, Cytinus, Hydnora,* etc.), plantes où la non-localisation n'est pas seulement anatomique, mais encore physiologique, la respiration y étant diffuse et cutanée. Les Rhinanthées, parasites vertes, ont trois faisceaux.

» *c.* Dans quelques autres Corolliflores, la multiplicité des faisceaux est en rapport direct moins avec l'engainance qu'avec la grande envergure des feuilles (quelques *Statice, Plumbago, Tournefortia* et, surtout, *Clavya*, Myrsinée dont la feuille atteint, dans quelques espèces, $1^m,50$ de longueur).

» A noter que c'est dans ces Corolliflores dissidentes par leurs ovules bitégumentés que la multiplicité des faisceaux rappelle ce que nous aurons à signaler chez les Dialypétales (Renonculacées, Magnoliacées, Ombellifères surtout) et les Monocotylédones, plantes à faible localisation, tant anatomique que morphologique.

» L'examen comparatif des faisceaux présente un médiocre intérêt dans le groupe des Corolliflores, précisément à cause de leur grande uniformité, le nombre un étant chez elles un attribut général. Il n'en sera plus de même quand, ayant fait connaître nos observations sur d'autres classes de végétaux, la comparaison s'étendra à celles-ci.

» Les Apocynées et les Jasminées parmi les Tubiflores, les Gesnériacées dans les Labiatiflores, sont remarquables par la constance du type unitaire.

» Si dans les premières l'*Ophoxylon* présente cinq faisceaux à l'extrême base, à deux millimètres plus haut, la conjugaison est accomplie. Dans le *Ligustrum,* moins d'un millimètre sépare trois faisceaux basilaires (n'existant même pas toujours) du faisceau unique.

» Les cinq faisceaux, persistants, du Manihot se rattachent à une nervation palmée, et les trois du Strychnos, aux trois nervures de sa feuille, le type unitaire impliquant la nervation pennée.

» Dans les Primulacées, le *Primula sinensis*, à un seul faisceau basilaire, les *Primula acaulis* et *elatior* à trois faisceaux bientôt conjugués, rattachent la famille au type des Corolliflores dont l'éloigne l'*Androsace* à trois faisceaux persistants, pour la faire passer aux Cucurbitacées, Plombaginées et Myrsinées, autres familles à ovules bitégumentés et à faisceaux multiples.

» *d*. La fixité du nombre et la symétrie qu'affectent les faisceaux entre eux sont en rapport avec leur nombre.

» Fixe ou à peu près fixe dans les bas nombres (1, 3, 5, 7 encore), il n'en est plus de même quand les nombres s'élèvent. La variation tient alors, pour ne rien dire des avortements, ou à la fusion en un seul de deux faisceaux voisins ou à un dédoublement. Parfois l'aspect lobé de quelques faisceaux indique ou leur dédoublement ou leur soudure.

» La symétrie des faisceaux peut varier avec leur nombre.

» Le faisceau unique, le plus généralement en forme de segment de cercle, occupe l'axe du pétiole, sa convexité tournée du côté inférieur comme celle des pétioles eux-mêmes.

» C'est sur un arc de cercle que se placent aussi, en général, les faisceaux, au nombre de 3, 5, 7 ou même plus. Parfois cet arc se double (*Lophospermum*).

» Nombreux, ils se disposent de trois façons; savoir, en négligeant des nuances :

» *a*. Ils sont disposés sur un cercle;

» *b*. Ils forment deux cercles, ou plus;

» *c*. Ils se présentent comme épars dans toute l'épaisseur du pétiole.

» Je reviendrai sur ces points, avec nombreux documents, à la suite de l'étude des classes moins homogènes que les Corolliflores.

» Alors aussi nous verrons le type unitaire former, dans chacune des autres classes, les Monocotylédones et les Dialypétales à multiples organes floraux homologues exceptées, des séries parallèles toujours en rapport avec certains états de localisation morphologique.

» Alors nous signalerons encore chez d'importants groupes naturels à espèces, les unes herbacées, les autres arborescentes, des différences de localisation de nature à établir que la classification de Tournefort ne mérite pas tout l'oubli dans lequel elle est tombée.

» Laissant pour la fin de cette étude l'appréciation générale des faits au point de vue de la perfection organique, je me borne à dire ici que les Corolliflores paraissent devoir garder la tête de la série végétale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. **Marchand** adresse un Mémoire « Sur une expérience d'électroculture ».

(Commissaires : MM. Dehérain, Lippmann, Mascart.)

M. G. **Lepage** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. A. **Morisse** adresse un Mémoire sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la même Commission.)

CORRESPONDANCE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la forme cristalline des chloroplatinates de diamines.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Th. Schlœsing.

« La formule déjà compliquée de ces sels : $PtCl^6 2(AzH^2RR')$ ne permet pas d'espérer prévoir *a priori* aucune forme cristalline, mais cette série a l'avantage de fournir une grande variété de cristaux différents lorsque les radicaux organiques R et R′ varient. Au contraire, on n'observe en général que des changements légers quand on remplace le chlore et le platine par leurs homologues ; j'ai donc pu me borner à dresser le Tableau des chloroplatinates.

» *Préparations.* — Les diamines ont été préparées pour la plupart en faisant réagir l'iodure du radical le plus carboné sur la monamine de l'autre. Quand les bases ne peuvent se séparer par fractionnement, on a traité le mélange des chlorhydrates par le nitrite de sodium. La monamine est détruite, la triamine reste inattaquée et le dérivé nitrosé de la diamine distille à l'état de gouttes huileuses. Il est indispensable de laver cette huile avec HCl faible, qui enlève les bases entraînées, et on la décompose ensuite par l'ébullition avec HCl concentré. Je dois ajouter que les triamines riches en carbone réagissent également sur le nitrite et fourniraient un corps nitrosé qui peut différer de celui que l'on cherche ; heureusement que, pour séparer ces bases élevées, le fractionnement est suffisant. Quant à la méthode d'Hoffmann, elle marche bien dans le sens indiqué, mais les séparations sont moins rigoureuses.

» La forme cristalline des sels doubles a été étudiée dans le but d'obtenir des termes de transition; comme leur formation échappe à toute prévision et qu'ils ne sont pas toujours mesurables, il faut, pour ne pas perdre de matière, les étudier par un essai préalable.

» Le meilleur est de mélanger $0^{gr},1$ d'un des sels avec le poids équivalent de l'autre; on laisse cristalliser les trois quarts environ et l'on prend la densité des cristaux avec du bromure d'éthylène que l'on étend de carbures légers jusqu'à ce que le cristal flotte en équilibre au milieu du liquide. S'il n'y a pas formation de sel double, on retrouve les sels primitifs avec leur densité peu altérée; s'il y a combinaison, on trouve une densité moyenne. Ensuite, avec une balance pesant le dixième de milligramme, on dose le platine à deux millièmes près avec $0^{gr},1$ de matière dont on aura contrôlé l'homogénéité par le flottage. Cette méthode est très sûre, tandis que l'examen microscopique du mélange des solutions saturées des deux sels donne lieu à des erreurs provenant de ce que les sels primitifs eux-mêmes changent d'aspect lorsqu'ils cristallisent mélangés.

» Pour abréger je désignerai les radicaux par leurs initiales : ainsi Bi^2 sera le sel de diisobutylamine de fermentation, A_a celui de l'éthylamylamine active; M^2+P^2 désignera le sel double

$$PtCl^6[AzH^2(CH^3)^2+AzH^2(C^3H^7)^2].$$

» Voici le Tableau des sels étudiés et des sels doubles nettement cristallisés :

Bases du chloroplatinate.	Densité à 15°.	Rapports axiaux $a:b:c$.	Inclinaison β.
Cristal théorique $a:b:c=\frac{1}{\sqrt{3}}:1:\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ ...	»	0,577 : 1 : 0,816	90° ′
M^2 Hjortdahl	2,11	0,621 : 1 : 0,890	»
MP	1,968	0,572 : 1 : 0,839	»
M^2+P^2	1,98	0,563 : 1 : 0,824	»
Bromoplatinate double..	»	0,582 : 1 : 0,826	»
$ME+P^2$	1,89	0,558 : 1 : 0,796	»
EB_s (secondaire)........	1,814	0,576 : 1 : 0,875	»
EP	1,89	0,531 : 1 : 0,752	»
MB_i	1,860	0,516 : 1 : 0,792	»
EB_n (normal)...........	1,826	0,495 : 1 : 0,718	»
P^2	1,704	0,908 : 1 : 0,993	89.11
EA_a	1,708	0,886 : 1 : 0,975	88.45
PB_i	1,702	0,942 : 1 : 1,008	87.34
B_i^2	1,62	0,901 : 1 : 1,113	86.34
PP_i	1,790	0,866 : 1 : 0,975	82.16
E^2 Topsoë	2,03	{ 1,303 : 1 : 1,205 0,927 : 1 : 0,857	85.31 86.14

Bases du chloroplatinate.	Densité à 15°.	Rapports axiaux $a:b:c$.	Inclinaison β.
EP_i	1,885	1,359 : 1 : 2,031	83.37
P_i^2	1,834	1,326 : 1 : 0,559	80.14
M^2 forme ordinaire	2,27	0,993 : 1 : 0,977	90
EB_{iso}	1,804	0,998 : 1 : 1,160	90
ME Lippitsch	2,115	0,613 : 1 : 0,506	90
$ME + M^2$	2,15	0,620 : 1 : 0,531	90
MP_{iso}	1,94	0,872 : 1 : 0,824	90
P^2 bromoplatinate	»	0,409 : 1 : 0,735	86.36

» Il était intéressant de se rendre compte des analogies cubiques de ces cristaux. Autrefois, quand les axes n'étaient pas à peu près égaux et perpendiculaires, on avait l'habitude de calculer le cristal en le plaçant autrement de façon à réaliser autant que possible les conditions ci-dessus. Ces transformations, en général pénibles et irrationnelles, peuvent être évitées par la création de quatre types théoriques dérivés d'un cristal cubique rapporté pour chacun d'eux à des axes différents (MALLARD, *Bull. de la Soc. minér.*, t. VII; 1884).

» La classe I de cet auteur renferme les cristaux dont les axes sont presque égaux et perpendiculaires (pseudo-cubiques) ; son type est le cube rapporté à ses axes naturels. La classe IV dérive de l'octaèdre placé sur une de ses faces triangulaires. Le cristal cubique paraît alors être orthorhombique avec les rapports axiaux

$$a:b:c = \frac{1}{\sqrt{3}}:1:\frac{1}{\sqrt{2}} \qquad \text{ou} \qquad \frac{1}{\sqrt{3}}:1:\sqrt{\frac{2}{3}},$$

suivant la facette choisie pour e^1.

» Dans la première famille on a fait les calculs en admettant que les seules faces existantes coupent les axes aux distances entières a, b et c; elle rentre donc *sans aucun artifice* dans la classe IV dont les chiffres théoriques sont inscrits en tête. Le rapport $\frac{c}{a}$ est presque constant. On remarquera la position centrale des sels doubles qui ont une composition moyenne alors que les termes chimiquement extrêmes M^2 et EB_n ont aussi les plus forts écarts angulaires (à tel point qu'on hésiterait à classer ce dernier, s'il ne *faisait* suite aux précédents). Les cristaux portent les facettes m, e^1, g^1 et a^1.

» Dans le groupe clinorhombique suivant, on a choisi la façon de calculer, donnant l'angle axial le plus voisin de 90°; les dimensions des axes se sont trouvées d'elles-mêmes presque égales; ces cristaux rentrent donc dans la classe I. Il est digne de remarque que le cristal le plus voisin de la théorie P^2 est aussi le plus apte à faire des sels doubles avec M^2 tandis que déjà le sel double $M^2 + B_i^2$ n'existe plus.

» Dans le groupe suivant, nous avons donné les deux calculs de Topsoë pour E^2, le second indiquant l'analogie cubique. J'ai adopté, pour les deux autres sels, la première

manière, qui est plus naturelle; on peut remarquer que les axes sont des multiples simples de $\frac{1}{\sqrt{2}}$ et $\frac{1}{\sqrt{3}}$, mais β est déjà loin de 90°. Aucun de ces corps ne forme de sel double avec M^2.

» Le dernier groupe renferme des cristaux dissemblables se rattachant, les deux premiers à la classe I, et les autres à la classe IV. M^2 et P^2 bromé sont dimorphes.

» Enfin l'hémiédrie non superposable accompagne toujours l'existence de carbone asymétrique : EB_s se dédouble en cristaux droits et gauches, MA_a et $M^2 + MA_a$ sont filiformes, EA_a et $M^2 + EA_a$ ont une hémiédrie bien marquée; ce dernier est, en outre, hémitropique; je me réserve de revenir sur les sels doubles de bases actives. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers cétoniques.* Note de M. A. Collet, présentée par M. Friedel.

« Les cétones chlorées ou bromées sont susceptibles de réagir sur les sels alcalins des acides gras ou aromatiques, pour donner les éthers des alcools cétoniques correspondants. Cette réaction a été appliquée par divers chimistes; c'est ainsi, en particulier, que M. Hunnius (*Berichte*, t. X, p. 2010) obtint l'éther acétique du benzoylcarbinol.

» J'ai préparé par le même procédé les éthers acétiques du méthylbenzoylcarbinol, de l'éthylbenzoylcarbinol et du diméthylbenzoylcarbinol.

» On chauffe au réfrigérant ascendant une solution alcoolique de cétone bromée, avec un léger excès d'acétate de potassium pur et sec. Il se sépare bientôt un dépôt blanc cristallin de bromure de potassium; on filtre. La liqueur alcoolique est distillée au bain-marie, afin de chasser la plus grande partie de l'alcool; le résidu est ensuite versé dans l'eau froide en excès. La couche huileuse qui se rassemble au fond du vase est isolée à l'aide d'un entonnoir à robinet, filtrée, séchée, puis rectifiée sous pression réduite.

» L'*éther acétique du méthylbenzoylcarbinol* $C^6H^5COCH(CO^2CH^3)CH^3$ a été préparé avec le bromopropionylbenzène, obtenu par l'action du chlorure d'α-bromopropionyle sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. C'est une huile jaunâtre, d'odeur aromatique, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther; sa densité est 1,11; elle passe à la distillation vers 158°-160° sous 20^{mm}.

» L'*éther acétique de l'éthylbenzoylcarbinol* $C^6H^5COCH(CO^2CH^3)CH^2CH^3$ a été obtenu avec le bromobutyrylbenzène, dérivé du chlorure d'α-bromobutyryle. Cet éther est un liquide jaunâtre, huileux, possédant une agréable odeur aromatique, et distillant vers 164°-170° sous 25^{mm}-30^{mm}. Il est insoluble dans l'eau et miscible avec l'alcool et l'éther.

» La cétone bromée obtenue en bromurant l'isopropylphénylcétone en solution sulfocarbonique, chauffée avec une solution alcoolique d'acétate de potassium, perd tout son brome à l'état de bromure de potassium et donne une huile colorée en jaune

clair, d'odeur agréable, miscible avec l'alcool et l'éther, insoluble dans l'eau, distillant vers 135°-140° sous 15mm-20mm. Elle possède la composition d'un *éther acétique du diméthylbenzoylcarbinol* $C^6H^5CO\,C(CO^2CH^3)(CH^3)^2$.

» Les éthers précédents, chauffés avec de la lessive de soude diluée, ou mieux avec de l'eau de baryte, sont saponifiés : on obtient des liquides huileux, jaunâtres, plus denses que l'eau, distillables sous pression réduite, et possédant les propriétés réductrices des acétols. Ils réduisent le réactif cupro-potassique à la température ordinaire, en donnant un abondant dépôt rouge d'oxyde cuivreux; avec l'azotate d'argent, ils déterminent à froid la production d'un miroir d'argent réduit. Toutefois, je n'ai pas réussi jusqu'ici à les obtenir suffisamment purs pour l'analyse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Produits de saccharification de l'amidon par la diastase.* Note de M. P. **Petit**.

« On a saccharifié de l'empois d'amidon par 1 pour 100 de diastase précipitée à la température de 70° jusqu'au moment où la coloration de l'iode ne variait plus. Au bout d'une demi-heure, on a une teinte rouge invariable et qu'on ne peut faire disparaître complètement que par une nouvelle addition de diastase.

» Le liquide colorant en rouge à l'iode est concentré à l'ébullition, refroidi, additionné de levure haute et, la fermentation terminée, on filtre, on concentre à sirop, que l'on verse dans l'alcool à 96°. Le précipité est délayé à plusieurs reprises dans l'alcool absolu, essoré, lavé à l'alcool absolu et à l'éther anhydre, séché dans le vide et, finalement, à 100°-105°. Pour éliminer les dernières traces de sucre, on épuise pendant vingt heures, par l'alcool absolu bouillant, dans un appareil Soxhlet. Cette présence de sucre retenu est d'autant plus vraisemblable que l'alcool ayant servi à la précipitation abandonne, par évaporation, une matière sucrée, réduisant à peu près comme 50 pour 100 de son poids de maltose.

» Après cet épuisement, la matière a un pouvoir rotatoire et réducteur qui ne varie plus par un nouveau traitement à l'alcool, et ses constantes sont

$$\alpha_D = +176°,4, \qquad R = 14,93.$$

» Le poids moléculaire trouvé a été de 428 par cryoscopie.

» L'analyse élémentaire donne

$$C = 44,26 \text{ pour } 100, \qquad H = 6,21 \text{ pour } 100, \qquad O = 59,53.$$

» Ces chiffres, ainsi que le poids moléculaire, se rapprochent très sensiblement de la formule $(C^6H^{10}O^5)^3$, mais, pour le moment, il nous est impossible d'affirmer que c'est bien la formule exacte, quoique les dédoublements ci-dessous indiqués la rendent très probable :

» La dextrine D ainsi préparée est un corps blanc, non hygroscopique, ne fournis-

sant pas d'osazone. Traitée en solution aqueuse par $\frac{1}{20}$ du volume de HCl à l'ébullition, elle se transforme, au bout de trois heures, complètement en glucose, comme le montrent le pouvoir rotatoire moléculaire 53°,94 et le pouvoir réducteur en glucose, 97,7 pour 100. Mais le glucose n'est que le produit final de l'inversion. En effet, si, au bout de trente minutes, on arrête celle-ci, qu'on ajoute de l'acétate de soude et de l'acétate de phénylhydrazine, et qu'on fasse de nouveau bouillir pendant une heure, on obtient une osazone insoluble à chaud, caractérisée comme glucosazone, et le liquide filtré dépose par refroidissement une deuxième osazone; on la redissout dans l'eau bouillante, qui laisse déposer l'osazone cristallisée en aiguilles microscopiques très rudimentaires. Séchée dans le vide, puis à 100°, cette osazone fond à 180°-181° par un chauffage rapide, et le même point de fusion est donné par le résidu qu'on obtient en traitant l'osazone par l'éther acétique. Cette osazone paraît donc homogène et constituer un corps défini. L'analyse y dose 10,71 pour 100 d'azote. C'est donc la combinaison hydrazinique répondant à un biose, et nous pensons pouvoir donner prochainement les caractères de ce biose lui-même.

» En tous cas, nous pouvons dire, dès maintenant, que la dextrine formée par saccharification à 70° fournit, par inversion, d'abord du glucose et un biose; ensuite le biose se dédouble lui même, en fournissant du glucose. C'est un processus analogue à celui qui a déjà été indiqué pour le mélétriose.

» *Action de la diastase.* — La dextrine D, en solution à titre connu, est traitée par 1 pour 100 de diastase pendant une heure à 50°-55°. La solution donne une osazone soluble à chaud, se déposant par refroidissement, et soluble dans l'éther acétique. On détermine la rotation et le pouvoir réducteur de la solution. Si l'on désigne par α et R ces quantités et par c la quantité de matière transformée contenue dans 100^{cc}, on a les relations

$$\alpha = 2,866 \times c, \qquad R = 0,633 \times c.$$

» Cette solution est concentrée et traitée par l'alcool en grand excès. On obtient, en procédant comme pour la dextrine D, un corps insoluble dans l'alcool et qui, après épuisement par l'alcool absolu bouillant, donne

$$\alpha_D = +157°,7, \qquad R = 17,8.$$

» Le poids moléculaire a été déterminé pour quatre concentrations croissantes et donne des nombres s'élevant régulièrement de 694 à 872; en traçant dans la ligne qui joint ces points, et la prolongeant, on trouve, comme poids moléculaire à l'origine, 650. Nous admettrons provisoirement, pour le corps A, la formule $(C^6H^{10}O^5)^4$; en tous cas, il est certain que l'action de la diastase a fourni un corps de poids moléculaire plus élevé que celui de la dextrine D d'où l'on est parti.

» Entre la concentration c', la rotation α' et le pouvoir réducteur R' d'une solution du corps A, on a de même les relations

$$\alpha' = 3,154 \times c', \qquad R' = 0,178 \times c'.$$

» Enfin, l'alcool ayant servi à précipiter A est évaporé, le résidu repris par l'eau et la solution aqueuse distillée dans le vide, jusqu'à consistance sirupeuse. Ce sirop

fournit une osazone soluble à chaud et se déposant par refroidissement. Les constantes rapportées à la matière sèche sont :

$$\alpha_D = +127^\circ, \quad R = 82,6, \quad M = 313.$$

» Nous pouvons donc considérer ce corps comme un biose, et l'on a encore entre α'', R'' et c'' les relations

$$\alpha'' = 2,54 \times c'', \quad R'' = 0,826 \times c''.$$

» Or A et B, par suite de leur mode de préparation, représentent l'ensemble des produits qui ont pu se former par l'action de la diastase sur la dextrine D. Si donc nous désignons par M le poids des produits transformés, existant dans 100^{cc} de la solution après traitement par la diastase, nous pourrons écrire que la rotation et le pouvoir réducteur de cette solution sont la somme des pouvoirs rotatoires et des pouvoirs réducteurs provenant de A et de B; les quantités respectives de A et B en solution dans 100^{cc} étant x et y, on a ainsi deux équations homogènes en x, y et M, d'où l'on tire

$$x = 0,33\,M, \quad y = 0,67\,M,$$

c'est-à-dire que la quantité de corps B est sensiblement le double de celle du corps A; en tenant compte de cette relation et des poids moléculaires, 342 pour B et 648 pour A, et admettant pour la dextrine D la formule $(C^6H^{10}O^5)^3$, le dédoublement par la diastase serait représenté par l'équation

$$4(C^6H^{10}O^5)^3 + 4H^2O = 4(C^{12}H^{22}O^{11}) + (C^6H^{10}O^5)^4.$$

» Je publie ces résultats très incomplets, simplement pour prendre date et me permettre d'achever ce travail. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur un point de la théorie de la teinture.* Note de M. Léo Vignon.

« Dans des recherches antérieures [1] j'ai montré le rôle des forces chimiques dans les phénomènes de la teinture, en réservant le cas des *couleurs substantives*. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie des expériences qui ont pour but d'élucider le mécanisme de la fixation de ces couleurs par le coton.

» Les matières colorantes substantives sont, en général, des corps disazoïques ayant la propriété spéciale et caractéristique de se fixer direc-

---

[1] *Comptes rendus*, 1890.

tement sur le coton sans emploi de mordant. Le *congo* est le type de ces couleurs :

$$\begin{matrix} SO^3Na \\ NH^2 \end{matrix} \!\!> C^{10}H^5 - N = N \langle\quad\rangle - \langle\quad\rangle - N = N - C^{10}H^5 \!<\!\! \begin{matrix} SO^3Na \\ NH^2 \end{matrix}.$$

» Partant de cette formule qui résume le mode de formation et les fonctions chimiques du congo, j'ai recherché quels groupements moléculaires lui conféraient la propriété d'être substantif.

» Dans ce but, j'ai mesuré les quantités de matières absorbées par 1^{gr} de coton plongé pendant un quart d'heure, à l'ébullition, dans un bain composé de : eau, 250^{cc}; substance chimiquement définie, 1^{gr}, cette dernière substance présentant avec le congo des rapports de fonctions chimiques déterminés.

» Les quantités de matière absorbée ont été mesurées soit par l'augmentation de poids du coton bien lavé, soit par le dosage de la matière dans le bain, avant et après l'action du coton.

» Mes essais ont porté sur la base du congo, la benzidine

$$NH^2 \langle\quad\rangle - \langle\quad\rangle NH^2,$$

puis sur son dérivé tétraméthylé

$$2(CH^3)N \langle\quad\rangle - \langle\quad\rangle N(CH^3)^2,$$

qui sont parfaitement absorbés par le coton; puis sur le diphényle

$$\langle\quad\rangle - \langle\quad\rangle$$

et sur l'azobenzène

$$\langle\quad\rangle N = N \langle\quad\rangle$$

dissous dans la benzine; l'absorption de ces deux corps par le coton est sensiblement nulle.

» De ces premiers résultats, j'ai conclu que ni les noyaux phényliques, ni l'azote azoïque, ne jouaient un rôle dans l'absorption du congo.

» Afin d'étudier spécialement l'action des groupes NH^2 ou $N(CH^3)^2$, j'ai fait agir le coton sur les trois phénylènes diamines, qui sont absorbées inégalement, mais avec netteté; sur un certain nombre de monamines aromatiques, dont l'absorption a été nulle; et enfin sur l'ammoniaque et l'hydroxylamine (pas d'absorption), sur la phénylhydrazine et l'hydrazine (absorption notable). J'ai terminé, enfin, par certaines dia-

mines aromatiques, fournissant par diazotation et copulation des couleurs substantives; ces diamines sont toutes absorbées par le coton.

» Voici les nombres obtenus :

Absorption pour 100gr *coton pendant quinze minutes à l'ébullition.*

Bain neutre..	250cc eau	1gr coton	1gr substance	Les bases à l'état de chlorhydrates neutres.
Bain alcalin..	250cc eau	1gr coton	1gr substance	3gr,5 (CO^3Na^2)

	Bain	
	neutre.	alcalin.
Ammoniaque	0,2-0,4	0,2
Hydroxylamine	0,0-0,3	0,2
Hydrazine	1,2	1,7
Phénylhydrazine	3,6	2,9
Diphényle (dans la benzine)	0,0	»
Azobenzène »	0,0	»
Aniline	0,1	0,1
Diméthylaniline	0,0	0,0
Diphénylamine	0,4	0,4
o-phénylènediamine	0,4	0,6
m- »	6,4	2,4
p- »	6,7	3,2
Benzidine	5,7-6,2	5,6
Tétraméthylbenzidine	7,0	6,3
Benzidine sulfone	7,4	4,8
Diamidostilbènedisulfo	3,5	3,6
Dianisidine	6,9	5,7
Diamidonaphtaline	0,1	1,7

» On doit tirer de ces déterminations les conclusions suivantes :

» La cause de la fixation des couleurs substantives par le coton est d'ordre chimique; nous voyons, en effet, la constitution chimique des corps envisagés influer d'une manière évidente sur la fixation.

» Les noyaux phényliques, l'azote à l'état d'atome isolé, ou d'atomes doubles liés azoïquement, ne semblent pas influer sur l'absorption : le diphényle, l'azobenzène, l'ammoniaque, l'hydroxylamine, diverses monamines aromatiques ne sont, en effet, l'objet d'aucune absorption sensible.

» Il en est autrement des diamines (sauf l'*o*-phénylène diamine) et des hydrazines : leur absorption est considérable et semble indépendante du degré de substitution des groupements moléculaires azotés.

» L'absorption des couleurs substantives par le coton paraît due à

l'action du groupement

$$R\langle {N< \atop N<}$$

dans leur molécule, ou plus simplement encore à

$$>N-N<$$

soit deux atomes d'azote hydrazinique, liés directement, ou par l'intermédiaire de groupes aromatiques interposés. Les deux azotes peuvent être du reste reliés à de l'hydrogène, à des groupes CH^3 ou à de l'azote azoïque (couleurs substantives).

» Dans ces conditions, il est logique d'admettre que la fixation s'effectue par ces azotes devenant pentatomiques

$$\underset{\wedge\ \ \wedge}{>N-N<}$$

qui s'uniraient alors, par un mécanisme à déterminer, à la molécule cellulosique.

» Cette hypothèse se trouve complètement vérifiée par l'expérience suivante :

» En déterminant l'absorption du coton par les trois bases

Benzidine....................	$(C^6H^4)^2\langle {NH^2 \atop NH^2}$
Benzidine tétraméthylée........	$(C^6H^4)^2\langle {N(CH^3)^2 \atop N(CH^3)^2}$
» biiodométhylate......	$(C^6H^4)^2\langle {N(CH^3)^3I \atop N(CH^3)^3I}$

j'ai trouvé que le coton absorbait 6 à 7 pour 100 des deux premières bases, tandis que l'absorption de la base quaternaire biiodométhylate était sensiblement nulle. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouvel alcaloïde.* Note de MM. **Battandier** et **Th. Malosse**, présentée par M. Chatin.

« Nous avons retiré des jeunes rameaux et de l'écorce du *Retama sphærocarpa*, sans sortir des procédés généraux d'extraction, un alcaloïde parfaitement défini, que nous avons appelé *Rétamine*. Un kilogramme de plante fraîche fournit environ 4^{gr} d'alcaloïde.

» La rétamine est légèrement soluble dans l'eau et dans l'éther ; l'alcool, l'éther de pétrole la dissolvent davantage ; le chloroforme la dissout très aisément, mais pas sans altération.

» La rétamine cristallise en longues aiguilles par refroidissement de sa solution saturée dans l'éther de pétrole, et en lames prismatiques par refroidissement de sa solution saturée dans l'alcool ; l'évaporation spontanée de sa solution alcoolique donne de belles tables rectangulaires.

» Elle a une saveur très amère et est sans action physiologique sensible (R. Dubois).

» Elle est dextrogyre, fond à 162°, en s'altérant déjà, et se décompose à plus haute température en donnant un sublimé formé de longues aiguilles et des produits à odeur pyridique.

» La rétamine colore vivement la phénolphtaléine. C'est une base puissante qui se combine énergiquement aux acides et donne des sels nettement définis.

» Elle déplace l'ammoniaque, surtout à chaud, et précipite les hydrates de fer, de cuivre, etc.

» Les alcalis caustiques et l'ammoniaque en grande masse la précipitent de ses dissolutions salines.

» Elle jouit de propriétés réductrices extrêmement énergiques : le chlorure d'or, l'acide phosphomolybdique sont instantanément réduits ; les sels d'argent, le ferricyanure de potassium le sont plus lentement ; le chlorure mercurique est transformé en chlorure mercureux, etc.

» Elle présente les réactions générales des alcaloïdes, et fournit, avec l'iodure bismutho-potassique, un beau précipité minium.

» Le chlorure de platine ne la précipite pas.

» Elle donne faiblement, avec le sulfure ammonique, la réaction de la spartéine.

» Les sels de rétamine cristallisent très facilement et avec la plus grande netteté, sauf l'azotate que nous n'avons obtenu jusqu'ici que sous forme de vernis.

» Les sels que nous avons étudiés contiennent, pour une molécule de rétamine, soit une, soit deux molécules d'acide monobasique.

Solubilité dans l'alcool absolu.

Solution saturée à 17°	$25^{cc} = 19^{gr},932$
Résidu d'évaporation	0,491

d'où

Pour 100^{cc} de solution	1,964 de rétamine
» 100^{gr} »	2,462 »

Pouvoir rotatoire spécifique.

1°

Rétamine	2^{gr}
C^2H^6O	Q. S
Solution	100^{cc} à 21°, $d = 0,799$

Longueur du tube d'observation.......... 2^{dm}
Rotation observée........................ $1°44' = 1°,73$

$$[\alpha]_D = \frac{173}{4} = 43°,25 = 43°15'.$$

2° Rétamine.................................. 1^{gr}
C^2H^6O...................................... Q. S.
Solution........................... 100^{cc}
Longueur du tube.................. $2^{dm},2$
Rotation............................... $0°57' = 0°,95$

$$[\alpha]_D = \frac{0,95}{2,2} = 43°,18 = 43°11'.$$

» *Analyse élémentaire.* — Les moyennes de huit dosages concordants de carbone et d'hydrogène et de douze dosages concordants d'azote conduisent à la formule $C^{15}H^{26}Az^2O$.

» La rétamine, dont nous poursuivons l'étude, serait donc une oxyspartéine, mais différente des oxyspartéines artificielles connues. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence du* Pseudocommis Vitis *Debray, dans la tige et les feuilles de l'*Elodea canadensis. Note de **M. E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« Ce Myxomycète ne se contente pas d'attaquer nos arbres et arbrisseaux, et beaucoup de plantes terrestres, ainsi que celles des stations aquatiques; il envahit aussi les plantes submergées. J'ai constaté sa présence dans la tige et les feuilles de l'*Elodea canadensis,* et voici le résumé de mes observations.

» Ses plasmodes pénètrent dans les cellules épidermiques de la tige ou des feuilles sur lesquelles ils forment des lignes longitudinales ou transversales. D'une cellule isolée, début de l'attaque, le *Pseudocommis* gagne les cellules voisines; quant à la pénétration préalable des premiers plasmodes, elle m'a paru provenir de débris de kystes projetés dans l'eau par le vent. Mais les tiges n'offrant pas les mêmes phénomènes physiologiques que les feuilles, je parlerai ici de ces dernières.

» Les cellules attaquées s'y montrent colorées en brun rougeâtre, presque acajou. Cette coloration, qui est assez légère d'abord, devient ensuite de plus en plus foncée. En général, l'attaque la plus sérieuse dans les feuilles se fait à une courte distance du sommet, sur une largeur de deux à trois cellules, suivant une ligne parallèle au contour foliaire et d'un bord à l'autre du limbe. Le tissu apical, non envahi, se trou-

vant ainsi isolé du reste du tissu de la feuille, s'atrophie. Puis, les plasmodes pénètrent peu à peu dans les cellules marginales, en descendant vers la base, et l'action mobide se fait sentir bientôt sur toute la feuille dont le sommet s'est déjà détruit.

» On sait que l'*Elodea* présente cette particularité que, sous l'action de la lumière, le plasma effectue dans les cellules foliaires un mouvement rotatoire en entraînant les grains de chlorophylle. Or, j'ai pu remarquer que cette rotation plasmatique se manifeste d'abord dans les cellules plasmodiques peu colorées, ensuite dans les cellules saines avoisinantes, bien avant qu'elle soit visible dans le reste du tissu. Mais ce mouvement n'a plus lieu dans les cellules plasmodiques plus fortement colorées et dont le contenu se montre alors rempli de granules, qu'on ne voit pas dans le contenu des cellules précédentes. Il doit donc y avoir là deux états du plasmode : un état primordial, sans granules, qui commence par envahir les membranes cellulaires, en les imprégnant de sa teinte caractéristique, avant de pénétrer dans les cellules; et un second état, granuleux, intracellulaire, qui tue le plasma, puisqu'il en arrête le mouvement. J'ai pu observer, dans quelques cellules envahies, de petits prolongements plasmodiques, arrondis, non granuleux, mais très colorés : c'est probablement le passage du plasmode primordial au plasmode granuleux, lors de sa pénétration intracellulaire.

» Lorsque, dans une feuille, il se produit d'autres attaques, au-dessous de celle du sommet, les cellules du tissu intermédiaire deviennent maladives : les grains de chlorophylle diminuent de volume, se colorent en jaune rougeâtre, s'agglomèrent en amas immobiles, ou bien, si le plasma est encore vivant, effectuent leur mouvement rotatoire avec une plus grande rapidité. Ainsi, au-dessus de la première ligne d'attaque, le plasma et la chlorophylle sont atrophiés ; mais, au-dessous, l'atrophie est graduelle et le mouvement du plasma, avant de cesser, s'accélère.

» Tels sont les faits concernant le *Pseudocommis* que j'ai constatés sur l'*Elodea*, plante submergée, et qui me paraissent différer de ceux qui ont été observés sur les plantes aériennes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'Acarien des vins de Grenache* (Carpoglyphus passularum *Rohin*). Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Depuis quelques semaines, le commerce des vins sucrés du Midi s'est ému de la présence d'un Acarien qui pullule non seulement dans les vins

de Grenache, mais aussi dans le Malaga, le Banyuls, le Moscatel et le Samos.

» Jusqu'ici les liquides, et particulièrement les liquides alcooliques, semblaient à l'abri des Acariens (Tyroglyphes et Glyciphages), qui vivent habituellement sur toutes les substances alimentaires sèches, mais conservées dans des locaux humides et obscurs, circonstances favorables aux végétations cryptogamiques qui attirent ces Acariens. On doit aujourd'hui revenir sur cette opinion trop absolue. Les Acariens des vins sucrés sont parfaitement vivants, et le grand nombre de jeunes que l'on trouve à côté des adultes prouve que l'espèce s'y reproduit facilement, malgré la forte quantité d'alcool que contient le liquide ambiant.

» L'Acarien dont il s'agit ici est l'*Acarus passularum* de Hering (1838), le *Carpoglyphus passularum* que Robin a parfaitement décrit et figuré en 1869 [1]. Robin l'avait trouvé sur des figues sèches, des dattes, des pruneaux et d'autres fruits secs. Cette espèce est vivipare, ce qui contribue probablement à faciliter sa reproduction dans un liquide tel que le vin.

» C'est à la surface du liquide, lorsque celui-ci n'est pas troublé par l'agitation dans les fûts et les bouteilles, que les Acariens se tiennent, au milieu d'une sorte de *voile* rappelant celui de la fleur de vin ou du *Mycoderma aceti*. Dans les échantillons qui m'ont été soumis, ce voile est rompu par le transvasement et le transport du liquide, mais on y distingue de petits grumeaux visibles à l'œil nu et flottant dans le liquide, débris de cette membrane superficielle. Si l'on place un de ces grumeaux sur le porte-objet du microscope, on voit qu'il est formé d'une masse centrale, en apparence amorphe ou pulvérulente, à laquelle se cramponnent une demi-douzaine d'Acariens. Dans les préparations, on constate que cette masse centrale est de nature végétale : c'est une grappe de cellules arrondies ou ovales, présentant les caractères des levures du genre *Saccharomyces*. Si l'on abandonne le vin bouché à la lumière du jour, on voit, au bout de cinq à six jours, que tous les Acariens sont morts. Il est probable que, pour prospérer, ils ont besoin de la température égale et de l'obscurité des caves.

» Bien que le vin contienne des substances azotées, il est vraisemblable que les Aca-

---

[1] Voici la synonymie de cette espèce : *Acarus passularum* [Hering, *Die Kratzmilben*... (*Nova Acta Phys.-Med. Natur. Curios.*, 1838, XVIII, pars 2, p. 573, pl. 44, *fig.* 14, 15); Gerv. et Walken., *Insectes aptères*, III, p. 263; Dujardin, *Observ. au microsc.*, pl. XVII, *fig.* 10]; *Carpoglyphus passularum*, Robin (*Journ. Anat. et Phys.*, 1869, p. 197, pl. VII et VIII); *Glyciphagus anonymus*, Haller, 1882; *Phycobius anonymus*, Canestrini, 1888; *Trichodactylus anonymus*, Berlese, etc.

Dans les premières déterminations qui m'ont été demandées à son sujet, j'ai désigné l'Acarien sous ce dernier nom, mais celui de *Carpoglyphus passularum* (Hering) Robin a la priorité et c'est le seul légitime pour désigner cette espèce.

riens ne se nourrissent pas directement de ce liquide, mais sucent le contenu des cellules végétales de levure, qui seules se développent aux dépens du liquide sucré. En effet, la qualité du vin ne semble pas altérée par la présence du *Carpoglyphus*. M. Chermezon, pharmacien, qui m'a renseigné à ce sujet, constate que le goût du vin contaminé par l'Acarien ne diffère pas de celui d'un vin normal de même origine, et c'est aussi mon opinion. La teneur en alcool n'a pas diminué : elle atteint 15,4 pour 100, ce qui est un chiffre élevé, même pour un vin du Midi.

» Quelle est l'origine de l'Acarien? C'est là ce qui nous intéresse le plus au point de vue pratique.

» Hering, qui le premier, en 1838, décrivit cette espèce, lui donne le nom caractérisque d'*Acarus passularum*, c'est-à-dire, *Acarien du raisin de Corinthe*. Dans les vieilles pharmacopées, *passula* (pluriel *passulæ*) est le nom de ce raisin dont on faisait, au siècle dernier, des boissons béchiques : Linné désigne le raisin de Corinthe sous le nom de *Passula corinthica*, et les noms de *passi* et *passola* servent, en langue italienne, à désigner les raisins secs. Le *Carpoglyphus passularum* est très commun dans les raisins secs servant à faire des *boissons* de ménage, surtout lorsque ces raisins ont été conservés plusieurs années dans des locaux humides et obscurs.

» Je ne crois donc pas me tromper en avançant que la plupart des vins où l'on trouve le Carpoglyphe sont des vins de raisins secs, et que l'Acarien passe *directement* des raisins desséchés, et conservés une ou plusieurs années, dans le liquide fabriqué au moyen de ces raisins. On sait que les vins dits *de Grenache* proviennent non seulement du Roussillon, mais aussi d'Alicante, qui est un des principaux centres d'exportation des raisins secs.

» Les vins de raisins secs sont considérés, au point de vue chimique, comme ayant une composition identique à celle des vins naturels, et comme ne présentant aucun danger pour l'hygiène. Cependant leur valeur marchande est bien inférieure à celle des vins fabriqués avec les raisins frais, et comme la substitution d'un vin de raisins secs à un vin naturel est considérée comme une fraude, on voit immédiatement les conséquences que peut avoir, au point de vue légal, la présence de l'Acarien.

» Il est certain que le Carpoglyphe ne se trouve pas sur le raisin fraîchement cueilli; mais il attaque les conserves de raisins secs qui ne sont pas tenues à l'abri de l'humidité. Lorsqu'un vin naturel est envahi par l'Acarien, on peut affirmer que ce vin a été infesté par le fût mal nettoyé dans lequel on l'a mis, et qui a dû contenir précédemment du vin contaminé. D'où la nécessité de passer les tonneaux à l'eau bouillante, avant de les remplir.

» Quant aux vins contaminés, il est indispensable de les filtrer avec soin, avant de les livrer à la consommation ou de les mettre en cave. Les tonneaux et les bouteilles devront être bouchés avec soin, pour empêcher la réintroduction du parasite. »

BOTANIQUE. — *Sur la racine des* Suæda *et des* Salsola. Note de M. **Georges Fron**, présentée par M. Gaston Bonnier (1).

« On sait que la racine des Chénopodiacées présente une anomalie de structure produite par le développement plus ou moins précoce d'une assise génératrice libéro-ligneuse dans le péricycle. Cette assise génératrice donne naissance à des arcs successifs s'établissant à l'extérieur des formations normales libéro-ligneuses primaires et secondaires : ces arcs peuvent parfois se relier les uns aux autres en donnant, sur une coupe transversale, l'apparence de cercles concentriques ou de spirales.

» La présente Note a pour but de faire connaître les conclusions que m'a fournies l'étude de l'origine de cette anomalie dans la racine de quelques Chénopodiacées appartenant au groupe des Spirolobées. L'examen a porté principalement sur les espèces suivantes : *Suæda maritima, S. altissima, S. splendens, S. fruticosa; Salsola Kali, S. Soda, S. Tragus, S. Collina.*

» Suivons, en détail, ce qui se passe dans le *Suæda maritima* par exemple :

» En faisant une coupe transversale dans une racine très jeune, nous trouvons les formations primaires disposées suivant le type binaire. Les deux faisceaux ligneux, au lieu d'être exactement dans un plan passant par le grand axe du cylindre de la racine, présentent déjà une asymétrie les rejetant un peu latéralement. Les deux îlots libériens primaires, situés de part et d'autre des deux faisceaux ligneux, au lieu d'être égaux et symétriques, sont inégaux et asymétriques.

» Cette structure primaire ne persiste que pendant un temps très court. L'assise génératrice libéro-ligneuse normale entre en activité de très bonne heure, mais, par son fonctionnement, augmente sensiblement l'asymétrie qui existait déjà. En dedans des deux îlots de liber primaire, il se forme deux arcs libéro-ligneux inégaux N_1 et N_2 de formation secondaire normale; en dehors des deux pointes du bois primaire, il se produit également deux autres arcs libéro-ligneux inégaux de formation secondaire normale N_3 et N_4. Ces quatre arcs N_1, N_2, N_3, N_4 sont disposés de façon que les deux plus grands N_1 et N_3 sont latéralement presque au contact l'un de l'autre, et

(1) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau dirigé par M. Gaston Bonnier.

que les deux plus petits, N_2 et N_4, demeurent séparés, l'arc N_4 étant cependant plus rapproché de l'arc N_2 que de l'arc N_1.

» Pendant que ces formations s'établissent dans l'assise génératrice libéro-ligneuse normale, le péricycle entre en voie de cloisonnement en formant d'abord deux arcs anormaux inégaux A_1 et A_2. Bientôt le plus petit et le moins externe des deux arcs anormaux, l'arc A_1, se trouve placé latéralement presque sur le prolongement de l'arc normal le plus grand N_3, et l'arc A_2 a l'une de ses extrémités plus rapprochée de l'arc N_4.

» A mesure que cette formation se développe, il apparaît en dehors deux autres arcs anormaux A_3 et A_4. Le plus interne des deux, l'arc A_3, est placé de façon que l'une de ses extrémités latérales se raccorde presque avec l'arc A_1, tandis que l'autre est en dehors de l'arc A_2; l'arc A_4, plus en dehors, a l'une de ses extrémités presque sur le prolongement de l'arc A_2 et l'autre tout à fait en dehors de l'arc A_1. Les choses se passent de même pour les arcs anormaux qui continuent à se produire en dehors de ceux déjà formés.

» On a ainsi, on le comprend, sur la coupe transversale l'apparence de deux spirales emboîtées l'une dans l'autre et formées, la première par la succession des arcs N_1, N_3, A_1, A_3, A_5, A_7... et la deuxième par la suite des arcs N_2, N_4, A_2, A_4, A_6, A_8.... Cette apparence de double spirale s'accentue à mesure que la formation se développe dans toute l'épaisseur d'une racine âgée.

» Relativement aux espèces citées plus haut, j'insiste particulièrement sur ces deux points :

» 1° L'apparence spiralée de ces racines n'est pas due seulement aux formations anormales, mais aussi aux formations secondaires normales dont l'asymétrie provient d'une asymétrie primitive dans les formations primaires;

» 2° La position relative des arcs libéro-ligneux dessine sur la coupe transversale non pas l'apparence d'une simple spirale, mais celle de deux spirales, comme si l'on emboîtait l'un dans l'autre deux ressorts de montre.

» Cette anomalie ne se manifeste pas aussi nettement dans la partie de la racine voisine de la tigelle, et, dans celle-ci, on trouve sur la coupe transversale des cercles concentriques comme dans la tige. Une même plante présente donc ainsi des formations secondaires de la racine prenant une apparence de disposition toute différente de celle qu'on observe dans la structure secondaire de sa tige. Les radicelles présentent la même anomalie de structure que les racines principales.

» Nous pouvons donc résumer ces observations par les conclusions suivantes : *Dans les espèces indiquées plus haut, appartenant aux genres* Suæda *et* Salsola, *la racine, très jeune, présente une asymétrie de structure. Cette asymétrie se manifeste dès les formations primaires, se développe dans les for-*

mations secondaires normales, et s'exagère dans les formations secondaires anormales. L'ensemble produit alors sur une coupe transversale l'apparence d'une double spirale de tissus libéro-ligneux. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur le tissu assimilateur des tiges privées de feuilles* (¹). Note de M. **Auguste Boirivant**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que beaucoup de plantes, appartenant à divers groupes, présentent une réduction plus ou moins considérable de leur système foliaire. Chez ces végétaux, la tige et ses ramifications ont souvent une structure et une forme particulières qui leur permettent de remplir en partie les fonctions de la feuille; le tissu assimilateur y est très développé. Chez d'autres, on remarque une simplification de la feuille par avortement. Dans les espèces où le limbe avorte, le pétiole, quand il existe, modifie souvent sa structure et, ordinairement, s'aplatit en forme de lame (phyllode), qui fonctionne alors comme un véritable limbe.

» J'ai voulu rechercher si l'on peut reproduire expérimentalement un tel balancement et si l'on peut accentuer le phénomène chez les espèces où il existe déjà. Des expériences ont été faites sur un grand nombre de plantes, en particulier sur les genres *Robinia, Ailantus, Sarothamnus, Faba, Genista, Atriplex, Chenopodium, Polygonum, Scrofularia, Helianthus, Asparagus, Lathyrus*. J'ai, autant que possible, comparé des rameaux issus de la même plante, de même âge et cultivés dans les mêmes conditions d'éclairement, de température et d'état hygrométrique.

» Dans le genre *Robinia*, la feuille est composée pennée. Après avoir, sur le même arbre, marqué deux feuilles très jeunes et éclairées de la même façon, je coupe toutes les folioles de l'une.

» Les deux feuilles sont comparées lorsqu'elles ont acquis leur taille définitive depuis plusieurs jours. La feuille réduite à son axe est de taille plus petite que la feuille normale, mais elle présente une coloration verte beaucoup plus intense. Dans la feuille normale le tissu assimilateur forme une couche continue autour du pétiole; il est séparé de l'épiderme par des paquets de collenchyme sur la face inférieure du pétiole et au niveau des crêtes qui limitent le sillon de la face supérieure, ainsi que sur le reste du contour, par une seule assise de cellules. A la face supérieure de ce pétiole, les cellules assimilatrices les plus extérieures présentent le caractère de tissu

(¹) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

en palissade. A la face inférieure, au contraire, le tissu assimilateur n'est représenté que par deux ou trois assises de cellules très pauvres en chlorophylle. Le système conducteur du pétiole de *Robinia* est formé d'un certain nombre de faisceaux disposés en un anneau central, puis de deux faisceaux latéraux et symétriques. Dans le pétiole normal, le péricycle est fortement sclérifié.

» Dans le pétiole dépourvu de folioles, l'épiderme présente un plus grand nombre de stomates que dans le pétiole normal. Le tissu assimilateur est beaucoup plus épais; il montre sur sa face supérieure un plus grand nombre d'assises palissadiques et ce caractère s'étend aux faces latérales. En bas, le nombre des assises chlorophylliennes s'élève à huit ou dix. De plus, les grains de chlorophylle sont beaucoup plus nombreux dans les cellules de ce tissu assimilateur que dans les cellules comparables de la feuille normale. Le péricycle du pétiole de la feuille sans folioles n'est presque pas sclérifié et les formations ligneuses et libériennes sont beaucoup moins abondantes.

» Dans le genre *Sarothamnus*, les feuilles sont très réduites; elles sont ou simples ou trifoliolées; les tiges sont vertes et présentent généralement cinq crêtes longitudinales alternant avec autant de sillons. Sur un jeune rameau, je supprime toutes les feuilles, le rameau continue à s'allonger, je détruis les nouvelles feuilles à mesure qu'elles se forment, et cela pendant plus d'un mois. A ce moment, ces tiges ont une coloration verte beaucoup plus foncée que les tiges qui ont conservé leurs feuilles.

» Cette coloration s'étend non seulement à la portion terminale produite depuis le début de l'expérience, mais à toute la longueur de la tige. La croissance en longueur est un peu ralentie. La tige normale présente sous son épiderme un parenchyme assimilateur qui est interrompu au niveau de chaque crête par un îlot de collenchyme. Ce tissu assimilateur, étudié sur un rameau à feuilles simples, est limité extérieurement par une assise palissadique à cellules irrégulièrement allongées dans le sens radial. Dans la région située entre deux carènes, cette assise est unique; au contraire, vers la base des carènes il y a souvent deux assises de palissades : la plus profonde est formée de cellules plus courtes. Au-dessous du tissu palissadique se trouvent des cellules polygonales et irrégulières contenant des grains de chlorophylle.

» Sur les tiges privées de feuilles il existe deux assises palissadiques entre les deux carènes, et trois ou quatre vers la base de ces carènes. Les cellules qui constituent ces assises sont beaucoup plus allongées que dans le cas précédent. Quant aux grains de chlorophylle ils sont beaucoup plus nombreux dans les cellules du tissu assimilateur de la branche sans feuilles que dans les cellules homologues de la plante normale.

» Dans le genre *Faba*, j'ai comparé des individus privés de feuilles à des individus intacts. Les deux séries d'échantillons étaient cultivées dans un terrain identique. Les tiges des plantes témoins avaient une coloration d'un vert tendre; les autres, au contraire, étaient d'un vert beaucoup plus foncé. Les leucites chlorophylliens étaient d'ailleurs beaucoup plus nombreux dans les assises cellulaires sous-épidermiques de ces dernières que dans celles des plantes témoins, et la chlorophylle existait dans un plus grand nombre d'assises.

» Les autres plantes mises en expérience ont donné des résultats absolument comparables à ceux que je viens d'indiquer dans les genres précédents.

» Nous pouvons donc conclure de ces expériences que :

» *La suppression des feuilles ou du limbe de ces feuilles provoque chez la plupart des plantes :*

» 1° *Une coloration verte beaucoup plus foncée des tiges ou pétioles, due à la production d'un beaucoup plus grand nombre de grains de chlorophylle dans les différentes cellules de leur tissu assimilateur;*

» 2° *Une modification de la forme des cellules de ce tissu, qui sont plus allongées dans le sens radial;*

» 3° *Une augmentation du nombre des assises cellulaires qui contiennent de la chlorophylle.*

» En un mot, si l'on supprime les organes spécialement assimilateurs, grâce à une sorte de balancement organique, le tissu chlorophyllien des tiges ou des pétioles se développe beaucoup. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 AOUT 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Gaillard** adresse un Mémoire relatif à un système de relai électro-magnétique, propre à la transmission de signaux par ondes électromagnétiques de faible fréquence.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, d'Arsonval.)

M. D. **Germozzi** adresse, de Rome, une Note relative à des travaux récents concernant la queue des comètes.

(Commissaires : MM. Lœwy, Mascart, Radau.)

M. le D[r] **Ferrand** adresse, par l'entremise de M. *Arm. Gautier*, une revendication de priorité relative à la vaccination contre le choléra.

Commissaires : MM. Marey, A. Gautier, Bouchard, Duclaux, Potain.)

CORRESPONDANCE.

M. le Dr **Anderes** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant devenue vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. le Dr *Tholozan*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de d'Arrest, faites à l'observatoire de Toulouse (grand télescope Gautier et équatorial Brunner de* $0^m,25$); par M. F. **Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1897,0.	Instr.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparais.
				m s		
Juillet 23..	T	*a* 496 BD	6,4	— 0.19,09	+ 8.31,1	12:20
29..	E	*b* 530 BD	8,8	— 0.56,02	— 8.43,1	18:20
30..	E	*b* 530 BD	8,8	+ 1.15,28	—12. 4,3	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juill. 23..	*a*	3. 6.58,47	+2,28	+ 6.16.23,0	+17,7	¼ (Weisse₁ 61 + Rumker 1616 + Glasgow (1870) 742 + Paris 3837)
29..	*b*	3.21.14,91	+2,41	+ 6.17.58,5	+18,0	Observ. mérid. Toulouse.
30..	*b*	3.21.14,91	+2,44	+ 6.17.58,5	+18,2	Idem.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1897.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 23.....	14. 7.35	3. 6.41,66	$\bar{1},613_n$	+6.25.11,8	0,765
29.....	13.50,22	3.20.21,30	$\bar{1},619_n$	+6. 9.33,4	0,767
30.....	14. 4,18	3.22.32,63	$\bar{1},608_n$	+6. 6.12,4	0,763

PHYSIQUE. — *Recherches sur les rayons cathodiques simples.* Note de M. H. **Deslandres**.

« Je présente la suite des recherches entreprises sur le spectre cathodique et sur les rayons cathodiques simples qui sont obtenus par l'action d'un fil métallique latéral, perpendiculaire aux rayons, et relié à un conducteur extérieur (voir *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 678, 945; 1897). Le tube à vide employé est celui qui a été décrit dans la Note précédente.

» Le spectre cathodique, ordinairement large et formé de raies nombreuses, est sous la dépendance étroite des conducteurs et des appareils qui concourent à la décharge. Il peut être réduit à une raie simple unique, comme je l'ai montré précédemment, lorsqu'on illumine le tube avec l'appareil Tesla-d'Arsonval, ou plus simplement avec une bobine ordinaire, complétée par un condensateur qui est intercalé sur le fil cathodique (ou fil reliant la cathode à la borne négative).

» Cependant, dans les deux cas, l'apparition de la raie simple unique exige un réglage particulier, qui agit sur les périodes d'oscillation électrique d'une ou plusieurs parties du système, et sur lequel il convient d'insister.

» Avec l'appareil Tesla-d'Arsonval, les raies cathodiques, d'abord multiples, se condensent en une raie simple unique, pour une longueur déterminée de l'étincelle. A ce moment, le circuit secondaire de la bobine et le circuit secondaire du transformateur sont évidemment en résonance. Cette expérience confirme même des résultats antérieurs obtenus par une voie tout autre sur le réglage des appareils à haute fréquence.

» Avec la bobine et le condensateur sur le fil cathodique, les résultats sont analogues. Le condensateur est à plateaux mobiles, et, pour un écartement particulier de ces plateaux, les deux raies plus ou moins larges du spectre ordinaire se réduisent à une seule raie fine. A ce moment, le système formé par un plateau du condensateur et la cathode, et, d'autre part, le tube lui-même, sont vraisemblablement en résonance.

» Car le tube à vide a une période propre d'oscillation, et l'expérience suivante le démontre : Les deux électrodes sont réunies par un micromètre à étincelle. Lorsque la bobine se décharge dans le micromètre, les électrodes et le tube forment un excitateur de Herz; or, non seulement

elles émettent un rayonnement extérieur, mais, à l'intérieur du tube, la cathode émet en même temps un rayonnement cathodique, qui est formé par une raie unique (¹) et représente l'oscillation propre du tube.

» De plus, cette raie unique et les deux raies uniques des deux dispositifs précédents ont sensiblement la même déviation. Dans les trois cas, les conditions ont dû être telles que le tube a vibré isolément avec sa période propre.

» Je reviens au condensateur du fil cathodique. Les deux raies du spectre ordinaire ont une déviation moyenne qui croît avec l'écartement des plateaux. Donc la déviation du rayon croît avec la fréquence de l'oscillation, au moins dans les limites spéciales de l'expérience (²).

» De plus, la capacité qui doit être donnée au condensateur du fil cathodique, pour avoir la raie unique, augmente ou diminue en même temps que la capacité du conducteur extérieur relié au fil métallique qui produit les déviations. Par suite, les capacités ajoutées au tube, les attouchements avec le doigt, modifient la période du tube; le spectre étudié se rapporte à un tube modifié; mais les résultats peuvent être étendus au cas où la capacité seule du tube intervient.

» Les recherches précédentes ont été faites à la pression relativement haute qui correspond à une distance explosive de 10^{mm} à 20^{mm} dans l'air. Elles ont été poursuivies aux distances explosives plus grandes qui correspondent à l'émission la plus forte des rayons X. Or, dans cette phase nouvelle, les rayons de forte déviation subsistent seuls et en petit nombre. Ils varient moins avec des bobines différentes et parfois se succèdent à des intervalles réguliers comme les intervalles des harmoniques sonores. Le fil métallique déviant, non relié à un conducteur extérieur, suffit alors, avec sa faible capacité, à dévier une raie forte, qui, pour plusieurs raisons, doit être rapportée à un harmonique supérieur du tube. Bref, lorsque les rayons X prédominent, les raies cathodiques fortement déviées qui correspondent aux oscillations simples plus rapides prédominent également.

» On est ainsi conduit à rechercher pour les rayons X un mode d'excitation qui favorise la résonance du tube et de ses harmoniques supérieurs,

---

(¹) Cette raie unique se retrouve dans le spectre complexe obtenu lorsque la décharge passe entièrement dans le tube. Elle est alors, en général, la raie la plus déviée.

(²) La loi simple ainsi posée ne peut être générale, puisque les rayons sont parfois attirés et non repoussés.

et même à indiquer les tubes à vide très petits, qui, l'intensité étant mise à part, ont naturellement des oscillations très rapides ([1]).

» Cependant, j'ai étudié aussi l'action de l'aimant sur les rayons, en les isolant, suivant le conseil de M. Poincaré, non plus par une fente, mais par un petit trou. Après avoir étalé, par une capacité, le rayonnement cathodique en un spectre de rayons simples, on fait agir l'aimant qui les déplace dans une direction perpendiculaire. Or, lorsque l'on va des rayons moins déviés par la capacité aux rayons plus déviés, le déplacement par l'aimant décroît d'abord jusqu'à un minimum, puis, souvent ensuite, augmente jusqu'à un maximum et, parfois, aux basses pressions, présente un second minimum et un second maximum qui sont d'ailleurs notablement plus petits que les précédents. Ces maxima et minima semblent correspondre aux oscillations propres du tube. D'une manière générale, les variations périodiques précédentes étant mises à part, le déplacement par l'aimant est d'autant moindre que la déviation par la capacité est plus grande.

» Autre fait curieux constaté avec le trou : le rayon dévié par une capacité s'étale dans le sens perpendiculaire à la déviation, d'autant plus que la déviation est plus grande. »

PHYSIQUE. — *Action des tubes de Röntgen derrière les écrans opaques aux rayons X.* Note de M. **Abel Buguet.**

« Dans une précédente Note ([2]) j'ai montré qu'une plaque photographique, exposée, derrière un écran opaque aux rayons X, en face d'un tube de Röntgen en activité, peut être impressionnée sur toute sa surface, même en des points qui ne voient rien du tube ([3]).

([1]) Il faut recommander aussi les systèmes qui donnent la raie cathodique simple unique, comme susceptibles de fournir un rayonnement X homogène ou plus homogène que le rayonnement habituel.

([2]) *Comptes rendus,* 2 novembre 1896.

([3]) M. Sagnac (*Comptes rendus*, 23 novembre 1896) a cru voir là des effets de pénombre. Je disais pourtant bien dans ma Note que je ne m'intéressais qu'à ce qui se passe dans l'ombre géométrique absolue. La description du cliché 1 rappellera que l'observation de M. Sagnac ne s'appliquait pas à mes expériences d'alors. D'ailleurs, l'impression, dans l'ombre géométrique d'écrans opaques, est surabondamment confirmée par les expériences décrites, aux *Comptes rendus,* par M. Villard le 26 juillet 1897, et par M. Sagnac lui-même les 17 et 26 juillet 1897.

» Tantôt ces radiations reçues dans l'ombre géométrique ont les mêmes directions que si elles émanaient de la source même des rayons X (*clichés* 1 et 2); tantôt ces directions sont plus mal définies, en particulier lorsque l'écran est très voisin de la plaque sensible (*cliché* 3).

» Lorsque la source est un tube Colardeau, les choses se passent de même façon, que celui-ci soit nu (*clichés* 1 et 2) ou diaphragmé (*cliché* 4).

» Ces radiations sont plus faibles et plus confuses lorsqu'elles ont traversé de la paraffine au lieu d'air (*cliché* 5).

» Ces radiations se montrent dans tout l'espace qui environne le tube. Elles impressionnent de même des plaques tournant le dos à la source, au voisinage de celle-ci, dans des orientations diverses, lorsqu'elles sont protégées contre l'action directe des rayons X par des plaques opaques mises en relation avec la terre (*clichés* 6 et 7).

» L'intensité de l'impression décroît à partir des points de l'air qui sont directement atteints par les rayons X (*clichés* 6, 7 et 8).

» Ces radiations ne proviennent pas, du moins essentiellement, des corps solides employés dans les expériences. Elles sont atténuées lorsque la surface sensible est plus ou moins masquée par des feuilles de papier, d'aluminium, d'étain, d'argent ou de plomb (*clichés* 9 et 10).

» Elles traversent inégalement le papier blanc ou noir, l'aluminium, l'étain (*cliché* 10). Elles n'ont pas traversé une feuille de plomb de $0^{mm},5$.

» Ces radiations peuvent être employées à la radiographie de corps partiellement opaques, dans des cas où l'action directe des rayons X serait arrêtée par des obstacles infranchissables (*cliché* 11).

» Le phénomène ne semble pas affecté par un champ magnétique ni par un vent puissant balayant l'air au voisinage de la couche sensible.

» Ces phénomènes s'expliqueraient par la diffusion des rayons X dans l'air, la paraffine ou autres milieux plus ou moins transparents, ou bien par la fluorescence qu'ils y provoqueraient.

» *Cliché* 1. — Impression obtenue à 160^{mm} d'un tube Colardeau actionné faiblement durant trente minutes, derrière un disque opaque de plomb de 30^{mm} de diamètre, placé normalement à l'axe du faisceau de rayons X, à 125^{mm} de la plaque. Les directions des radiations de derrière l'écran sont données par les directions centrifuges des projections d'épingles piquées normalement dans une feuille de liège qui repose sur la plaque sensible (16 octobre 1896).

» *Cliché* 2. — Obtenu comme le cliché 1, avec un autre tube Colardeau.

» *Cliché* 3. — Impression à projections multiples derrière une pièce de cinq francs placée à 50^{mm} de la plaque sensible, qui est elle-même à 90^{mm} du tube Colardeau, dia-

phragmé de façon à n'admettre que les radiations de l'ampoule qui entoure l'anticathode.

» *Cliché* 4. — Obtenu comme les clichés 1 et 2, mais le tube est diaphragmé à 22^{mm} de diamètre.

» *Cliché* 5. — Obtenu au travers de 65^{mm} de paraffine.

» *Cliché* 6. — Plaque exposée sous un test à épingles. La gélatine est perpendiculaire à l'axe du faisceau des rayons X, mais placée à côté du tube de façon à n'en arrêter aucun. Les épingles ont porté des ombres qui divergent de l'anticathode marquée par un petit plomb.

» *Cliché* 7. — Comme 6; mais la plaque est parallèle à l'axe du faisceau des rayons X et à la branche principale du tube.

» *Cliché* 8. — Plaque couverte d'une toile métallique et tournant le dos au faisceau de rayons X. On voit que l'impression décroît des bords vers le milieu.

» *Cliché* 9. — Plaque précédente sur laquelle est placée une lame de plomb enroulée en cylindre. L'impression intérieure n'est venue que de l'air qui s'étend de là jusqu'à 75^{cm}.

» *Cliché* 10. — Le cylindre de plomb du cliché 9 étant bouché par une pièce de 5 francs, il n'y a plus d'impression à l'intérieur. A côté, une échelle d'épaisseurs, en feuilles d'étain, montre que les radiations ont traversé environ $0^{mm},25$ d'étain.

» *Cliché* 11. — Des découpages en fer et cuivre ont été radiographiés derrière un écran opaque qui protégeait la plaque sensible tournant le dos au tube. Les radiations qui ont agi venaient donc dans un sens inverse de celui de la marche des rayons X. »

ZOOLOGIE. — *Les derniers stades du développement des Pédipalpes.* Note de Mlle SOPHIE PEREYASLAWZEWA, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une Note précédente, j'ai étudié les premiers stades du développement de divers Pédipalpes (*Tarantula palmata* Herbst, *Phrynus medius* Herbst?, *Phryniscus bacillifer* Gerstäcker); dans celle-ci, je passerai en revue les caractères les plus frappants que présentent les derniers stades des animaux du même groupe. Les embryons que j'ai étudiés proviennent du *Phrynus medius* Herbst; ils ont été recueillis par M. Pobéguin et offerts au laboratoire d'Entomologie du Muséum, qui me les a communiqués. Ils étaient sur le point d'éclore.

» L'abdomen est déjà déplié, mais reste cependant un peu incliné. Le céphalothorax est bien délimité et arrondi; toutefois, le rétrécissement qui le sépare de l'abdomen n'a pas atteint le degré définitif. Extérieurement, l'articulation de tous les membres, quoique apparente, reste faible. A la loupe, on voit que les segments du côté dorsal, comme du côté ventral, se sont parfaitement différenciés; on en compte treize du côté du dos. Par contre, les bords latéraux de l'abdomen, ne présentant pas trace de segmentation transversale, portent des plis longitudinaux peu profonds. Chaque segment

abdominal présente, du côté du dos, deux enfoncements symétriques, points d'insertion des muscles dorsaux-ventraux. Entre les pattes, on trouve des lambeaux de membrane, restes des mues que l'embryon a subies. Les ocelles, très grands et très noirs, occupent le sommet du céphalothorax; les yeux latéraux, relativement petits, sont aussi colorés, mais avec moins d'intensité.

» Les coupes font voir que le système nerveux, tout en conservant le nombre des ganglions primitifs, n'a pas suivi l'allongement du corps de l'embryon; il s'est plutôt raccourci et forcément n'occupe que la région céphalo-thoracique, se terminant juste au niveau du rétrécissement médian du corps. Mais il s'est accru en largeur. A en juger par le nombre des nerfs auxquels il donne naissance, nombre bien inférieur à celui des nerfs de l'adulte, il n'a pas atteint son développement complet. La longueur relativement grande de ce que devrait être la partie abdominale le prouve aussi.

» La segmentation du corps, ayant atteint son maximum, est en voie de disparaître dans certains segments. Les coupes longitudinales médianes montrent, avec la plus grande netteté, que le 13e segment (en comptant d'en bas), très saillant du côté dorsal, n'existe plus du côté ventral; mais, sur les coupes longitudinales latérales de la même série, on en trouve encore les vestiges. Les mêmes coupes longitudinales font voir que chaque segment contient deux faisceaux de muscles dorso-ventraux. En outre, la partie inférieure de la protubérance qui forme le segment est séparée du reste par un petit faisceau musculaire longitudinal. Cette disposition est la même du côté ventral que du côté dorsal. Les muscles dorso-ventraux, ainsi que les petits muscles longitudinaux, ont une très grande importance pour la constatation du nombre des segments : puisque les uns comme les autres existent dans tous les segments sans exception (y compris tous les segments céphalo-thoraciques), il n'y a pas à se méprendre sur le nombre de ces derniers.

» Il faut noter la différence entre les muscles céphalo-thoraciques et abdominaux. Les premiers muscles sont striés par excellence; les seconds, tous sans exception, sont des muscles lisses. Cette différence se conserve chez l'adulte.

» Malgré le degré très avancé du développement des poumons, on peut cependant conclure que leur formation est précédée d'une multiplication locale, très active, des cellules ectodermiques. Les cellules des lamelles pulmonaires se rangent deux par deux entre les parois cuticulaires.

» Les quatre stigmates sont déjà formés. On trouve des tendances vers la formation des poumons dans les segments voisins des deux segments pulmonaires. On en trouve encore de faibles restes chez l'adulte jeune.

» Le système digestif est complètement formé, quoique son épithélium conserve encore le caractère embryonnaire et que les cavités de ses nombreux diverticules contiennent une quantité considérable de jaune d'œuf. Certains de ces diverticules, en forme de tubes très étroits et très longs, sont réunis en deux faisceaux de six à sept tubes, longeant l'œsophage des deux côtés. De la base de ce dernier, ils remontent jusqu'au sommet du cerveau. Par leur structure, ils se distinguent de tous les autres diverticules ayant plutôt l'aspect de glandes. De même, par leur position ainsi que par l'absence de jaune d'œuf, on les considérerait comme de véritables cœcums hépatiques. En plus de ces petits cœcums, chaque segment du céphalo-thorax possède un diverticule incontestablement gastrique. Le rectum, très court, conserve le caractère

embryonnaire. Le pharynx et l'œsophage sont à un état de développement beaucoup plus avancé.

» Le système circulatoire est représenté sur les coupes transversales, du côté dorsal, par deux vaisseaux symétriques, qui descendent le long des parois de l'œsophage et se soudent en un seul au niveau de la jonction de ce dernier avec l'estomac. A partir de ce point, ce vaisseau unique longe le côté dorsal de l'estomac et débouche dans le cœur. Cet organe est un tube long, à parois musculaires très épaisses, se terminant par une artère post-abdominale. Dans la partie supérieure de l'abdomen, on trouve six vaisseaux en voie de formation, deux de chaque côté de l'estomac et deux au-dessous. Deux autres tout petits vaisseaux, également en voie de formation, se font voir dans la région du pharynx, adhérant intimement à ses parois latérales. Du côté ventral, entre les parois des diverticules gastriques et celles du corps, on voit deux grands vaisseaux qui parcourent une certaine distance longitudinalement (à peu près la distance qu'occupe le cœur du côté dorsal). Quelque peu avant la disparition de ces deux vaisseaux abdominaux ventraux, on rencontre un vaisseau impair médian, plus rapproché de la paroi du corps; petit d'abord, il grandit au fur et à mesure que les deux premiers diminuent, devenant énorme au moment où, du côté dorsal, l'artère post-abdominale disparaît. Il disparaît lui-même un peu avant d'atteindre la partie supérieure du rectum.

» Outre les stigmates qu'on peut désigner comme des invaginations latérales, s'enfonçant dans la direction latéro-ventrale, on trouve dans chaque segment pulmonaire, sur la ligne ventrale médiane, deux autres paires d'invaginations qui s'enfoncent dans une direction absolument opposée aux stigmates du même segment. Donc ils vont à la rencontre les uns des autres et s'ils ne se touchent pas, c'est parce que le faisceau dorso-ventral se trouve entre eux, juste au milieu. La structure histologique des invaginations ventrales médianes ressemble à celle des invaginations des stigmates. La différence ne consiste que dans le degré de différenciation, beaucoup plus avancée dans ces derniers. Les bords opposés des deux invaginations ventrales se soudent et forment un tube; juste au-dessous de cette soudure, les téguments de la ligne ventrale médiane donnent une invagination impaire, qui s'ouvre dans la cavité du corps. Cette ouverture rencontre un groupe de cellules d'aspect particulier. Les choses se passent ainsi dans chacun des segments pulmonaires. Quant au groupe de cellules, on peut l'envisager comme des cellules sexuelles, puisque les invaginations en question donnent naissance, celle du segment pulmonaire supérieur à la plaque sexuelle des auteurs, celle du segment inférieur aux organes sexuels proprement dits. Dans les deux segments suivants, on trouve de légers vestiges de ces mêmes formations.

» N'ayant eu que quatre stades du développement des Pédipalpes, j'ai dû laisser dans cette étude beaucoup de lacunes, surtout pour les phases jeunes, qui manquent totalement. Néanmoins les résultats acquis présenteront dans le travail *in extenso* (qui paraîtra bientôt) plus de faits nouveaux qu'il n'est possible d'en indiquer dans cette Note, résultats qui

jetteront un peu plus de lumière sur le développement de ce groupe intéressant et si peu étudié. »

GÉOLOGIE. — *Sur les dépôts pléistocènes et actuels du littoral de la basse Normandie.* Note de M. A. BIGOT, présentée par M. Michel-Lévy.

« Le plateau fortement ondulé qui constitue, à l'ouest de Cherbourg, le pays de *la Hague*, se termine presque partout sur la mer par des falaises qu'on pourrait s'attendre à voir formées par les roches anciennes de l'intérieur. Ce n'est qu'exceptionnellement que ces roches, affleurant sur la plage et dans les rochers littoraux, apparaissent dans les falaises. Sauf dans les pointes qui accidentent la côte, les collines s'arrêtent brusquement à une certaine distance du rivage; elles en sont séparées par une bande plus ou moins étroite, presque horizontale ou légèrement inclinée vers la mer; cette bande se termine en falaise quand l'extrémité des collines est très rapprochée du rivage, et s'abaisse lentement quand les collines sont éloignées. Elle forme une véritable *terrasse littorale*, dont le sommet se trouve à une quinzaine de mètres au-dessus du niveau des hautes mers actuelles.

» La base de cette terrasse nivelle les roches anciennes.

» Le *dépôt inférieur* est formé par des graviers ou des cordons de galets, quelquefois très volumineux, parfaitement arrondis; la plupart de ces galets proviennent des roches littorales, mais ils comprennent aussi des roches exotiques, notamment des silex crétacés. On doit considérer ce dépôt inférieur comme un dépôt marin. Sa situation à 3^m au-dessus du niveau des hautes mers actuelles montre qu'à l'époque de sa formation le sol était plus élevé de 3^m au moins qu'aujourd'hui.

» Le *dépôt supérieur*, visible sur certaines falaises, sur 8^m de hauteur, est formé par une accumulation de blocs anguleux, nullement roulés; ces blocs proviennent exclusivement de roches voisines, affleurant dans l'intérieur; ils sont noyés dans une argile sableuse, jaunâtre, qui prédomine parfois et donne des couches identiques au *limon*. Ce dépôt repose parfois directement sur les roches anciennes du pied de la falaise, ravinant et supprimant ainsi le dépôt inférieur.

» Ce dépôt supérieur représente une partie du produit de l'érosion du plateau par les eaux continentales; la disposition irrégulière des blocs, leur forme anguleuse indiquent que ce dépôt s'est effectué à l'air libre, sur une surface déjà nivelée et arasée, où les eaux qui transportaient les blocs perdaient la vitesse nécessaire pour les déplacer; il correspond à une recrudescence de l'énergie des phénomènes d'érosion continentaux, dont l'origine doit être cherchée dans l'abaissement du niveau de base des cours d'eau.

» On sait, en effet, qu'à l'époque pléistocène le littoral du Canal de la Manche s'est trouvé surélevé. M. Ch. Barrois vient d'en donner de nouvelles preuves en Bretagne et a montré que les observations directes faites sur les côtes de France permettent d'évaluer, dans nos régions, à 25^m au moins l'importance de cette dénivellation. Les cours d'eau de la Hague, qui s'étaient alors rapprochés de leur profil d'équilibre, ont dû de nouveau creuser leur vallée et les matériaux du creusement sont venus s'étaler en avant de l'ancienne falaise sur le rivage émergé, dont ils balayèrent partiellement les dépôts, et constituer la terrasse littorale.

» Cette terrasse s'est étendue bien en avant du rivage actuel; elle recouvrait les rochers littoraux, d'où les vagues l'ont presque partout enlevée; seuls quelques rochers, tels que le Heuffet à Saint-Germain-des-Vaux, la Cogne à Digulleville, en montrent encore des traces. Ainsi s'explique l'observation déjà ancienne de molaires d'*Elephas primigenius* draguées sur les huîtrières de Normandie, sans qu'il soit nécessaire de les considérer comme descendues verticalement par suite de la destruction du rivage; ainsi s'explique aussi la situation, au niveau des basses mers, du dépôt à silex chelléens de la plage de Sainte-Adresse.

» La destruction de la terrasse littorale n'est pas due, en effet, à la seule action mécanique de la mer; elle est favorisée par un mouvement de subsidence qui tend à ramener le rivage aux conditions qui précédèrent le dépôt des terrasses. Les travaux effectués à l'embouchure des cours d'eau montrent que la base des dépôts de la vallée, reposant sur la roche dure, se trouvent notablement au-dessous du niveau de la mer : à Cherbourg (bassin des Subsistances), à 6^m au-dessous des plus basses mers; dans le Calvados, à Dives, à 6^m, et à Caen, à 7^m au-dessous des hautes mers.

» Les plages soulevées et les terrasses n'ont fourni, dans le Cotentin, aucun débris permettant d'en fixer directement l'âge; toutefois, à la Hougue, j'ai recueilli à la base des dépôts supérieurs, immédiatement au-dessus des galets, des silex moustiériens, rencontrés également à Tatihou. Mais on peut suivre ces dépôts dans le Calvados. La petite falaise du Catel, à Saint-Aubin, présente, à 2^m au-dessus du niveau des hautes mers, une petite plage contenant : *Buccinum groënlandicum, Purpura lapillus, Trophon antiquum, Patella vulgata, Cardium edule.* Au-dessus vient le limon recouvrant la plaine bathonienne. A la Brèche-Marais, entre Luc et Lion, Eug. Deslongchamps a recueilli plusieurs molaires d'*Elephas primigenius* et des silex moustiériens à la base de ce limon, un peu au-dessous du niveau des

hautes mers; c'est également dans ce limon qu'a été trouvée, à Venoix et à Fontaine-Henry, la faune décrite par J.-A.-E. Deslongchamps, et qui comprend notamment *Elephas primigenius* et *Rhinocéros tichorhinus*.

» Des observations qui précèdent on peut conclure qu'à l'époque pléistocène ou à l'époque actuelle, les phénomènes suivants se sont succédé sur le littoral de la basse Normandie :

» Première phase : *Mouvement négatif.* — Dépôt des plages soulevées; creusement des vallées correspondant probablement au creusement du quaternaire moyen (*Elephas antiquus*, Chelles).

» Deuxième phase : *Mouvement positif.* — Abaissement du niveau de base; continuation du creusement des vallées, dont les dépôts du quaternaire moyen sont enlevés; formation des terrasses littorales et du limon à *Elephas primigenius* (quaternaire supérieur).

» Troisième phase : *Mouvement négatif de la période actuelle.* — La mer tend à reprendre son niveau et ses contours primitifs; comblement des baies; formation des tourbières sous-marines.

» L'étude des galets des plages soulevées permet une dernière conclusion. Les galets exotiques sont, en majeure partie, des galets de silex généralement zonés, identiques à ceux du Sénonien et renfermant d'ailleurs des Échinides caractéristiques. J'ai, d'autre part, observé sur le granite de Flamanville un petit lambeau d'argile à silex dont les silex contiennent aussi des Échinides sénoniens; enfin, Bonissent a donné une liste d'Échinides également sénoniens, recueillis dans les galets quaternaires des environs de Bricquebec. Le Sénonien s'est donc étendu très loin sur le Cotentin d'où la décalcification et les érosions l'ont fait disparaître.

» Le Lutétien inférieur s'est également étendu vers le Calvados; les sables de la plage soulevée de Saint-Aubin renferment, en effet, des *Nummulites lævigata* roulées.

» L'existence de silex dans l'ancienne plage explique leur présence dans les cordons littoraux actuels; ce sont ces silex qui sont repris par la mer; ils ne proviennent pas des falaises crétacées du Calvados qui sont entraînées à l'Ouest vers l'embouchure de la Seine. »

M. V. Ducla adresse une Note relative au rapport numérique de la chaleur totale de vaporisation à la chaleur de fusion.

M. E. **Ferrière** adresse une Note relative à un procédé pour combattre le black-rot.

D'après divers faits d'observation, l'auteur arrive à cette conclusion que, pour prévenir le développement du blak-rot, il serait opportun d'ajouter de la mélasse à la bouillie cuivrique employée contre le mildew.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 aout 1897.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. 7e série. Août 1897. T. XI. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, 5e série, publiée par Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré. T. III. Année 1897. Fasc. II. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-4°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. T. CXXXIV. Juillet 1897. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Nos 30 et 31. Paris, Masson et Cie, 1897; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et *Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe*. Août 1897. Paris; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique, Directeur: M. Charles Richet. N° 6. (2e semestre). Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Des planètes se trouvant vraisemblablement au delà de Mercure et de Neptune, par Serge Socolow. Moscou, 1897; in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut Impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. T. V. Nos 4 et 5. Saint-Pétersbourg, 1897; 1 vol. in-4°.

Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften: Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Dreiundsechzigster Band. Wien, 1896; 1 vol. in-4°.

The cranial muscles and cranial and first spinal nerves in Amia Calva, by EDWARDS PHELPS ALLIS. Boston, Ginn et Cie, 1897; 1 vol. gr. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Monthly current charts for the Atlantic Ocean. London; Atlas gr. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 AOUT 1897.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, 10 août 1897. N° 10. Paris; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 15. 15 août 1897. Paris, Carré et Naud; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 1897. N° 6. Bruxelles, Hayez, 1897; 1 vol. in-8°.

La Nature, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : HENRI DE PARVILLE. 14 août 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Revue scientifique. Directeur : M. CHARLES RICHET. 14 août 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Sur la forme analytique de l'attraction magnétique de la Terre exprimée en fonction du temps, par V. CARLTSEIM-GYLLENSKÖLD. Stockholm, 1896; 1 br. in-8°.

Kongliga svenska vetenskaps-Akademiens Handlingar, ny FÖLJD. Fjesguattonde bandet. Stockholm, 1895-1896; 1 vol. gr. in-4°.

North American Crinoidea camerata by WACHSMUTH and SPRINGER. Vol. I et II, et Atlas. Cambridge, U. S. A. May 1897; 3 vol. in-f°.

ERRATA.

(Séance du 12 juillet 1897.)

Note de M. *F. Rossard*, Observations de la comète périodique de d'Arrest :

Page 82, Comète-étoile, *au lieu de* $+0^m 16^s,45$, *lisez* $-0^m 16^s,45$.
Page 83, Positions apparentes de la comète, *au lieu de* $2^h 20^m 50^s,10$, *lisez* $2^h 20^m 17^s,20$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AOUT 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Les Terfâs (Truffes) de Perse.* Note de M. **Chatin**, *à propos d'une Lettre de M. le Dr* Tholozan.

« La perte récente de notre éminent Correspondant M. Tholozan, qui, pendant quarante ans, honora en Perse la Médecine française et y servit grandement son pays près des Shahs, qui lui accordaient une affectueuse estime, justifiera près des Confrères, qui tous garderont de lui un pieux souvenir, la publication d'une lettre intéressante, qu'il m'écrivit peu de mois avant sa mort :

« Téhéran, 8 avril 1897.

» Très honoré Maître et Président,

» Votre petit mot du 4 janvier me rappelle vos savantes recherches sur les Terfâs.

» Aussi, dès l'apparition de ces tubercules aux environs de Téhéran, sur le ver-

sant ouest des collines qui bordent vers l'est la plaine où se trouve la capitale de la Perse, je m'en suis fait apporter et je vous en envoie trois qui pourront, je pense, servir à vos recherches.

» Ces tubercules croissent dans des lieux non arrosés artificiellement. Les gens du pays les trouvent sous un léger boursouflement du terrain. Ici on n'en trouve que de blanches; mais j'ai appris qu'au nord de la Perse il existe des Truffes noires : à Merena, par exemple, à quelques lieues de la ville de Tauris (Tébrez).

» On en trouve aussi aux environs de la mer (ou lac) d'Ouraniah, près de la ville de ce nom, et près de Selmas, deux localités où nous avons des prêtres lazaristes et des sœurs de charité de Saint-Vincent-de-Paul.

» A Téhéran, ce n'est qu'au printemps que les bergers ou autres gens de la campagne apportent quelquefois les Terfâs que je vous adresse.

» J'ai appris qu'en Mésopotamie, aux environs de Kerhéla par exemple, on trouve souvent des Terfâs très volumineux dont se nourrissent les Arabes nomades de ces localités.

» Je vous souhaite, cher et honoré Maître, santé et prospérité.

» Votre dévoué,

» Dr Tholozan.

» De cette lettre, que je publie intégralement comme un hommage à notre digne et si regretté Correspondant, je relève toutefois l'existence, à Merena, d'une Truffe noire qui pourrait bien être le *Terfezia Aphroditis* de Chypre.

» Quant aux trois tubercules envoyés par M. Tholozan, ils se rapportent au *Terfezia Hanotauxii*, reçu, il y a trois ans, de M. de Galloy, Ministre plénipotentiaire de France à Téhéran. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les derniers orages en France, en juillet et août* 1897, *et la période solaire*. Note de M. Ch.-V. Zenger.

« Je me suis efforcé de démontrer, par une série de Communications faites à l'Académie depuis 1883, le parallélisme des perturbations atmosphériques, électriques, magnétiques, sismiques, et des éruptions volcaniques, et leur retour périodique.

» Je crois avoir mis en évidence que les cyclones, les tempêtes, les orages, les perturbations de l'aiguille aimantée, les aurores boréales, les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, sont produits par une

même cause, dont l'action est liée à une période bien définie. Cette périodicité m'a semblé liée elle-même à la durée de la rotation solaire, laquelle est, d'après M. Faye, de 25,189 jours terrestres à l'équateur solaire.

» Les phénomènes de perturbations atmosphériques, électromagnétiques et sismiques montrant une période d'environ treize jours, période qui coïncide, à très peu près, avec la durée d'une demi-rotation tropique du Soleil pour un même lieu d'observation, soit 13,4 jours, j'ai pensé que tous ces phénomènes peuvent être produits par l'action électrodynamique du Soleil.

» J'ai trouvé, en outre, que ces phénomènes de perturbations terrestres se présentent parfois en séries de plusieurs jours; il doit donc y avoir encore une autre action perturbatrice. Je me suis efforcé de montrer que cette action additionnelle provient du passage des essaims périodiques d'étoiles filantes et de bolides, dont les dates ont été bien fixées par les travaux de M. Denning.

» Les décharges électriques directes, entre les essaims et la Terre, chargent d'électricité les couches supérieures de l'atmosphère, qui sont raréfiées et, par suite, conductrices. Les couches inférieures de l'atmosphère, au contraire, sont isolantes : elles jouent le rôle du diélectrique dans la bouteille de Leyde, tandis que le globe terrestre joue le rôle du conducteur intérieur. C'est ainsi qu'on peut expliquer l'état orageux de l'atmosphère pendant le passage périodique des essaims d'étoiles, passage qui dure quelquefois plusieurs jours.

» D'autre part, on remarquera que, sur le globe, les plus grandes perturbations atmosphériques sont les cyclones américains et les typhons de la mer indo-chinoise. C'est près de l'île Saint-Thomas que se forment les cyclones ; c'est en un autre point, distant de celui-ci de 180° de longitude, et à peu près à la même latitude de 18°,8, dans la mer indo-chinoise, que se trouve le centre de formation des typhons indiens. Il est acquis que, sur le Soleil, se trouvent des centres analogues de perturbations maxima, près de l'équateur, à 7° à peu près. C'est donc l'induction solaire provenant de ces centres ou pôles, comme des deux bornes d'une machine dynamo-électrique puissante, qui détermine la position analogue de deux points induits de perturbation maxima sur notre globe.

» J'en conclus que l'on doit considérer notre planète, et toutes celles qui font partie du système solaire, comme une machine dynamo-électrique à deux bornes plus petites que le Soleil, le mouvement rotatoire et pro-

gressif de celui-ci dans l'espace entraînant le mouvement rotatoire et orbiculaire des planètes.

» Pour faire la démonstration expérimentale de cette hypothèse, j'ai imaginé toute une série d'appareils et d'expériences.

» Il s'agissait d'abord d'imiter le mouvement rotatoire et orbiculaire des planètes autour du Soleil, par l'action d'un champ magnétique ou électrique ; je devais donc réaliser l'expérience en me servant de sphères formées de corps bons ou mauvais conducteurs.

» Quant à la reproduction expérimentale des phénomènes solaires, protubérances, facules, taches solaires et couronne solaire, j'ai tenté de la réaliser au moyen de décharges électriques dans un espace rempli de poussières ou sur des plaques enfumées. Pour les taches, j'ai eu recours à l'action thermique des étincelles électriques à haute tension, sur un miroir argenté.

» Toutes ces expériences m'ont donné les résultats que j'en attendais, ainsi que je l'ai dit dans diverses publications antérieures. J'ai donc pu considérer comme vérifiée expérimentalement toute une théorie du système du monde, expliquant aussi bien les mouvements et les phénomènes célestes que les phénomènes météorologiques et les époques géologiques de notre globe, par les lois de l'Électrodynamique et la transformation de la force électrique en action mécanique et en chaleur.

» Mais, s'il en est ainsi, l'action dynamo-électrique du Soleil doit changer avec l'état périodique d'activité solaire, et les phénomènes météorologiques doivent présenter encore une autre périodicité à longue échéance, qui serait de 10,6 ans (valeur moyenne), c'est-à-dire celle de l'activité solaire maxima. Or c'est ce que j'ai constaté, en comparant le temps qu'il a fait pendant les années 1836, 1846, 1856, 1866, 1876, 1886 avec le temps de l'année 1896, et celui des années 1837 à 1887 avec le temps de l'année courante.

» C'est ainsi que j'ai pu prévoir, à des jours précis, les cyclones qui ont ravagé Paris le 26 juillet et le 10 septembre, et la tempête du 4 octobre 1896, jour de l'arrivée de Sa Majesté le Czar à Paris. C'est ainsi que j'ai pu prévoir et publier, en février 1897, dans une brochure que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie, les grandes perturbations atmosphériques électromagnétiques et sismiques pour l'année 1897 tout entière, simplement en donnant l'aperçu du temps qu'il a fait partout en Europe il y a 10 ans, en 1887.

» Les prévisions que j'ai publiées dans le journal de Prague *la Politique*, depuis juin 1886, à chaque période solaire, c'est-à-dire à des intervalles de treize jours, se sont réalisées d'une manière semblable. C'est ainsi que j'ai pu prédire, de Prague,

les grands orages de fin juillet 1896 dans le Midi, et de Bruxelles les cyclones récents de la Garenne, d'Auxerre, de Villemomble, de Perpignan et de Libourne, qui ne sont que les analogues des cyclones de Homps et la Redoute (dép. de l'Aude) et de Bordeaux, Arcachon et Saint-Sébastien, en 1887.

» Ces résultats conduisent donc, par une simple juxtaposition des temps et lieux où se seraient produits, à une date antérieure, des phénomènes météorologiques de l'ordre indiqué, à la possibilité de prévoir, *avec une très grande probabilité*, les temps ultérieurs.

» Pour avoir une notion exacte du temps local, j'ai montré le parti qu'on peut tirer de la photographie journalière du Soleil. Il suffit du simple examen des images photographiques du Soleil, entouré de ces zones d'absorption qui sont dues au passage des cyclones entre nous et le Soleil. On peut ainsi prédire le temps, à coup sûr, pour le lieu d'observation, vingt-quatre à quarante-huit heures d'avance, par l'agrandissement des zones entre une épreuve photographique et la suivante, agrandissement proportionnel au rapprochement du cyclone. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. A. **Blumenthal** et A. **Knudsen** adressent, de Chicago, des « Études sur la source ou surface génératrice des rayons Röntgen ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

M. A. **Guillemare** adresse une Note relative à l'action de divers agents chimiques sur le pigment chlorophyllien.

(Commissaires : MM. Schlœsing, Armand Gautier, Aimé Girard.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *C.-M. Leblanc* portant pour titre « L'atmomètre » (Extrait de la *Revue maritime*, février 1897).

Cet instrument a pour fonction de donner, en millimètres ou dixièmes de millimètre, la quantité d'eau évaporée, en un lieu déterminé, par

unité de surface saturée d'humidité, et de compléter ainsi les indications fournies par le psychromètre, pour arriver à une connaissance plus parfaite des climats ».

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le premier semestre* 1897. Note de M. P. TACCHINI.

« Rome, 20 août 1897.

» Voici les résultats pour les taches et les facules :

1897.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Janvier	23	13,61	0,00	108,0	70,2	2,9
Février	19	9,00	0,00	59,5	74,7	2,6
Mars	24	8,08	0,04	26,5	62,5	2,8
Avril	25	10,44	0,12	30,1	67,7	3,3
Mai	25	5,72	0,20	29,5	55,4	1,6
Juin	29	3,14	0,31	13,1	48,1	2,0

» Le phénomène des taches solaires a donc continué à diminuer, avec un minimum dans le mois de juin; en correspondance, on trouve une augmentation dans le nombre des jours sans taches.

» Pour les facules, il s'est produit également un minimum dans le mois de juin, mais la différence par rapport à la série précédente n'est pas aussi marquée que pour les taches.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1897.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Janvier	14	3,71	37,2	2,1
Février	15	4,47	33,1	1,5
Mars	19	5,42	38,3	1,8
Avril	21	3,86	34,9	1,4
Mai	23	3,30	33,2	1,4
Juin	28	4,00	36,6	1,4

» On a donc constaté encore une diminution dans le phénomène des protubérances solaires. La plus grande hauteur observée pour une protu-

bérance a été de 93″, dans le mois de février; mais pas une protubérance ne mérite de remarque spéciale.

» Quant à la distribution en latitude des différents phénomènes, nous avons obtenu les résultats suivants, par trimestre et par zone :

Protubérances.

Latitudes.	1er trimestre.		3e trimestre.	
90° + 80°	0,004		0,000	
80 + 70	0,008		0,003	
70 + 60	0,008		0,003	
60 + 50	0,050		0,087	
50 + 40	0,034	0,381	0,083	0,545
40 + 30	0,067		0,056	
30 + 20	0,050		0,125	
20 + 10	0,059		0,118	
10 . 0	0,101		0,070	
0 — 10	0,156		0,098	
10 — 20	0,169		0,090	
20 — 30	0,139		0,101	
30 — 40	0,038		0,049	
40 — 50	0,063	0,619	0,066	0,455
50 — 60	0,042		0,031	
60 — 70	0,004		0,007	
70 — 80	0,008		0,003	
80 — 90	0,000		0,010	

Facules.

Latitudes.	1er trimestre.		2e trimestre.	
60° + 50°	0,000		0,004	
50 + 40	0,000		0,000	
40 + 30	0,032		0,021	
30 + 20	0,069	0,403	0,057	0,410
20 + 10	0,127		0,119	
10 . 0	0,175		0,209	
0 — 10	0,185		0,146	
10 — 20	0,196		0,193	
20 — 30	0,100	0,597	0,098	0,590
30 — 40	0,063		0,024	
40 — 50	0,048		0,021	
50 — 60	0,005		0,008	

	Taches.			
Latitudes.	1er trimestre.		2e trimestre.	
30 + 20	0,000	0,367		0,351
20 + 10	0,122		0,000	
10 . 0	0,245		0,351	
0 — 10	0,306	0,633	0,433	0,649
10 — 20	0,286		0,216	
20 — 30	0,041			

» Tandis que les facules et les taches présentent, pendant les deux trimestres, une plus grande fréquence dans les zones australes, la fréquence des protubérances a été un peu plus grande sur l'hémisphère nord pendant le deuxième trimestre. Les protubérances se sont manifestées presque dans toutes les zones solaires, tandis qu'on a les limites ±60° pour les facules et (+20° — 30°) pour les taches.

» Je n'ai pas observé d'éruptions pendant ce semestre. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 29 juillet à l'observatoire de Rio de Janeiro.* Note de M. L. Cruls.

« Favorisée par des conditions atmosphériques extrêmement favorables, les heures des contacts observés par projection, à l'aide de l'équatorial de $0^m,24$ et d'un oculaire biconcave achromatisé, ont été les suivantes :

Premier contact..........	$1^h 23^m 39^s,0$	Temps moyen de Rio.
Dernier »	$3^h 43^m 16^s,0$	

» Pendant la durée du phénomène, on a observé 25 séries de passages des limbes et des cornes, enregistrés au chronographe, afin d'en déduire les différences de corrections tabulaires des éléments du Soleil et de la Lune. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la réduction des vecteurs et les propriétés métriques.* Note de M. J. Andrade, présentée par M. E. Picard.

« I. Le théorème d'Euler relatif aux rotations finies (théorème non euclidien) montre aisément que les vecteurs regardés comme représen-

tant les *vitesses* de rotation possibles sont toujours *composables* lorsqu'ils sont concourants, et que, dans tous les cas, il est possible, d'une infinité de manières, de réduire un groupe de vecteurs à un groupe *équivalent*.

» Rappelons d'abord le sens des mots *composables* et *équivalents*.

» *Composable* signifie que, pour les vecteurs concourants, il existe une opération de composition (désignons-la, pour abréger, par $\dot{+}$) qui jouit des propriétés suivantes : l'opération est :

» 1° Commutative

$$A \dot{+} B = B \dot{+} A;$$

» 2° Associative

$$A \dot{+} (B \dot{+} C) = A \dot{+} B \dot{+} C;$$

» 3° Invariante;

» 4° Continue;

» 5° Réductive à l'addition algébrique des segments lorsque les vecteurs ont même ligne d'action.

» Deux systèmes S et T de vecteurs sont dits *équivalents*, si l'on peut passer de l'un à l'autre par l'adjonction ou la suppression de paires de forces égales et contraires portées par une même droite, alors même que les points d'application (origines) des vecteurs seraient distincts, et par la composition ou la décomposition des vecteurs concourants.

» L'emploi de l'équation fonctionnelle de Poisson

$$\varphi(x+y)+\varphi(x-y)=2\varphi(x)\,\varphi(y)$$

montre que la composition des forces concourantes et la Trigonométrie sphérique qui traduit cette composition sont indépendantes du *postulatum* d'Euclide.

» II. Voici comment la composition de vecteurs non concourants invite à choisir entre les géométries de Lobatchefsky, d'Euclide et de Riemann.

» Si l'on recherche la loi de composition des vecteurs d'un plan perpendiculaire à une même droite et dirigés d'un même côté de cette droite, on est encore conduit à l'équation fonctionnelle de Poisson, mais avec des conditions initiales différentes.

» La fonction $\varphi(x)$ est telle que la résultante R de deux forces perpendiculaires à une même droite, de même intensité P et tirant d'un même côté de cette droite, sera donnée par la formule

$$R = 2P\varphi(x),$$

dans laquelle x désigne la moitié de la plus courte distance des compo-

santes. La notion d'équivalence montre encore que, si x est le côté opposé à l'angle aigu ω d'un triangle rectangle dont le second angle aigu est α, l'on aura

$$\varphi(x) = \frac{\cos\omega}{\sin\alpha};$$

dans l'espace de Lobatchefsky, on aura donc

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sin\pi(x)},$$

$\pi(x)$ désignant l'angle de parallélisme à distance x et, par suite, ici

$$\varphi(x) > 1.$$

L'équation de Poisson donne alors

$$\varphi(x) = \frac{e^{\frac{x}{k}} + e^{-\frac{x}{k}}}{2} = \operatorname{ch}\frac{x}{k},$$

k désignant un mètre constant.

» L'hypothèse $\varphi(x) < 1$ donnerait la géométrie de Riemann, et l'hypothèse $\varphi(x) = 1$ est euclidienne.

» III. J'ai montré que la réduction de Poinsot est, dans ses traits essentiels, commune aux trois géométries, et j'en ai déduit le théorème suivant :

» *La condition d'équilibre de plusieurs vecteurs sur un corps rigide est, avec une signification non-euclidienne, toujours fournie par le théorème du travail virtuel.*

» Du théorème précédent j'ai déduit le corollaire suivant, qui généralise dans les trois géométries un théorème bien connu de Statique :

» *Une pression normale (constante par unité de surface), uniformément répartie sur les éléments d'une surface fermée rigide, constitue un système de forces en équilibre.*

» J'ai montré que ce théorème et son analogue dans le plan peuvent être regardés comme étant la source la plus naturelle des propriétés métriques dans les trois géométries.

» Il fournit pour ainsi dire, dans un trait de plume, toutes les formules des géométries spécialisées.

» Certes, il est assez curieux de voir la Statique de Poinsot engendrer immédiatement les formules de Lobatchefsky et de Riemann. »

PHYSIQUE. — *Constantes critiques de quelques gaz.* Note de MM. **A. Leduc** et **P. Sacerdote.**

« Les données critiques de l'hydrogène phosphoré n'ont pas encore été déterminées. Les pressions critiques des acides chlorhydrique et sulfhydrique présentent des écarts considérables (96-86 et 92-88,7). Nous nous sommes proposé de déterminer les températures et pressions critiques de ces trois gaz. D'ailleurs, pour mettre en harmonie nos nombres avec ceux de la plupart des auteurs, nous avons pris pour température critique celle où la surface de séparation entre le liquide et la vapeur disparaît : nous avons essayé de saisir le moment où la lumière cesse de se réfléchir sur cette surface, l'indice variant d'une manière continue entre les deux fluides superposés encore distincts.

» *Appareil.* — Nous avons employé le bloc Cailletet. Le tube-laboratoire est entouré d'une large cloche tubulée, renversée et remplie d'eau, dans laquelle plongent : 1° le thermomètre; 2° un tube par lequel on amène un courant d'air convenablement réglé pour l'agitation; 3° une hélice parcourue par un courant électrique plus ou moins intense.

» On peut ainsi élever rapidement la température, puis la maintenir constante et uniforme aussi longtemps qu'on le veut. La pression est mesurée par un manomètre métallique étalonné, permettant d'apprécier le $\frac{1}{5}$ d'atmosphère, ce qui est plus que suffisant.

» *Préparations.* — Pour le remplissage du tube-laboratoire, celui-ci est mastiqué ainsi que le tube adducteur du gaz sur l'orifice d'une large éprouvette à gaz contenant du mercure. Celle-ci est fortement inclinée pendant la préparation; il suffit de la redresser à la fin pour isoler le gaz contenu dans le tube.

» Le vide est fait et maintenu longtemps dans tout l'appareil au début; on le laisse se remplir du gaz, puis on le vide à nouveau afin d'évacuer les dernières traces d'air. Le gaz est toujours desséché par une longue colonne d'anhydride phosphorique. Cette condition nous paraît essentielle, notamment pour l'acide chlorhydrique.

» 1. *Phosphure d'hydrogène.* — Le gaz est extrait d'une solution de chlorure de cuproso-diphosphonium, préparée par M. Riban. Il passe successivement, sur de la ponce potassique, de la potasse concassée, puis de l'anhydride phosphorique.

» *Analyse.* — Il est complètement et rapidement absorbé par la solution chlorhydrique de chlorure cuivreux.

» 2. *Acide chlorhydrique.* — Il est obtenu par l'action de l'acide sulfurique sur le sel marin. Une seule précaution est à noter : afin de pouvoir faire le vide dans l'appareil avant la préparation, on a introduit l'acide après coup, au moyen d'un tube à brome.

» *Analyse.* — Absorption rapide et complète par l'eau.

» 3. *Acide sulfhydrique.* — Il est préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur la stibine, avec la même précaution que ci-dessus. On en a laissé perdre d'abord une dizaine de litres, afin d'éliminer autant que possible le gaz carbonique provenant des carbonates de la stibine. Il est purifié par le sulfure de sodium; la dessiccation est commencée par le chlorure de calcium et achevée par l'anhydride phosphorique.

» *Analyse.* — Une solution de potasse laisse un résidu d'un millième environ (1). La pression critique observée a été de 92 atmosphères; la pression critique réelle est donc inférieure à ce nombre : nous la croyons très voisine de 90 atmosphères.

» *Résultats.* — Nous estimons que les températures critiques sont obtenues par nous à moins de 0°,5 près et les pressions critiques à moins de 1 atmosphère près. Pour rendre plus facile la comparaison de nos résultats avec ceux d'autres expérimentateurs, nous les réunissons dans le Tableau ci-après. Nous y joignons les constantes de l'oxyde de méthyle, dont nous avons déterminé indirectement la pression critique (2).

Gaz.	θ.	π.	Auteurs.
	°	atm	
HCl	51,5	96	Vincent et Chappuis.
»	52,3	86	Dewar.
»	52	83	Leduc et Sacerdote.
PH^3	52,8	64	Leduc et Sacerdote.
H^2S	100	88,7	Olzewski.
»	100,2	92	Dewar.
»	100	90	Leduc et Sacerdote.
$(CH^3)^2O$	129,6	»	Nadejdine.
»	129,6 (admis)	57	Leduc et Sacerdote.

PHYSIQUE. — *L'absorption des rayons* X. Note de M. **Abel Buguet**.

« I. Pour déterminer la relation qui existe entre l'épaisseur d'un corps et son opacité pour les rayons X, par une méthode purement photographique, j'ai employé des échelles d'épaisseur.

» Dans une lame complètement opaque, pour les conditions de l'expérience, je pratique des trous en échiquier. Les trous d'une même colonne verticale sont couverts de feuilles (d'étain, par exemple), en nombre 0, 1, 2, 3, etc., croissant convenablement. Les trous d'une même ligne horizontale ont même opacité. Chaque colonne est couverte d'une plaque opaque et mobile.

» L'échelle étant posée sur une plaque photographique, devant un tube de Crookes

(1) Ce résidu est de l'hydrogène.
(2) *Comptes rendus* du 2 août 1897.

actif, je découvre successivement les colonnes de façon, qu'elles reçoivent des *luminations* (¹) croissant en progression géométrique.

» Au développement, j'obtiens des teintes que j'identifie deux à deux, par juxtaposition, après superposition des fragments de la plaque convenablement découpée (²).

» J'estime ainsi l'opacité de chaque épaisseur. J'en déduis l'opacité spécifique (ou *opacivité*) pour l'unité d'épaisseur. *Cette opacivité décroît rapidement pour les couches successivement atteintes.*

» II. Pour comparer les radiations de deux tubes, j'expose de même et successivement l'échelle devant chacun et sur des parties différentes d'une plaque sensible.

» Le développement donne des taches que j'identifie deux à deux.

» Je trouve ainsi le rapport des opacités d'une même substance pour les deux faisceaux; d'où le rapport des absorptions spécifiques (où *absorbabilités*) de ces deux faisceaux.

» Pour caractériser un tube, je l'amène à l'illumination minimum visible, en réglant la bobine de Ruhmkorff; je le remplace alors par un excitateur à boules de 15^{mm} et je mesure la distance explosive. Cette dernière a varié de 3^{mm} à 26^{mm}. Elle augmente avec la distance des électrodes et avec les services du tube; elle diminue après chauffage du tube. Elle mesure la différence des potentiels aux électrodes et permet d'estimer la résistance du tube.

» J'ai observé que, pour des rayons X provenant de tubes de résistances croissantes :

» *L'absorbabilité par la première couche d'étain augmente;*

» *L'absorbabilité par les couches suivantes diminue de plus en plus rapidement.*

» On sait que c'est là la cause essentielle de la confusion fâcheuse que l'on obtient derrière les grandes épaisseurs du corps humain exploré à l'aide des rayons X.

» III. Dans l'application, il sera donc utile de connaître non seulement l'intensité du tube employé, mais encore l'absorbabilité des rayons qu'il émet. C'est à quoi j'arrive suffisamment à l'aide des instruments suivants :

» Ma *lunette photométrique* (³) se compose d'un tube métallique au bout duquel

---

(¹) Produit de l'éclairement par le temps. (Système d'unités photométriques que j'ai donné au Congrès international de Photographie de Bruxelles, en 1891).

(²) Méthode de Photométrie photographique (*Photo-journal*, 1892).

(³) C'est une modification du dispositif donné comme fluoroscope à la séance de l'Académie du 24 février 1896.

est un écran fluorescent couvert, du côté de l'œil, d'épaisseurs diaphanes convenablement graduées. J'estime l'intensité d'un faisceau par le nombre de plages visibles à distance donnée de la source [1].

» Ma *lunette diaphotométrique* s'obtient en enlevant l'échelle diaphane et plaçant, de l'autre côté de l'écran fluorescent, une échelle formée d'une série d'épaisseurs d'aluminium, d'étain et de plomb, combinés de façon à offrir des opacités convenables pour tous les types de tubes. J'estime la pénétration des rayons par le nombre de plages vues à distance donnée de la source.

» C'est par la combinaison de ces deux constantes que l'on peut suffisamment caractériser un tube.

» J'ai d'ailleurs aussi monté les deux échelles sur un même appareil, en les disposant sur des anneaux concentriques, et obtenu la comparaison des deux effets d'un seul coup et indépendamment de la sensibilité de l'œil [2]. »

ZOOLOGIE. — *Présence des Acariens dans les vins.* Note de M. L. MATHIEU, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 364) M. Trouessart a signalé, dans certains vins sucrés, la présence d'un Acarien, le *Carpoglyphus passularum* (Robin).

» En observant au microscope le dépôt de vins en bouteilles et en fûts, il nous est arrivé fréquemment d'y rencontrer des fragments provenant de mues ou des cadavres entiers d'Acariens; nous avons noté particulièrement ces observations dans des vins blancs de grands crus de Champagne et de Bordeaux, d'une origine telle qu'on ne peut les suspecter de contenir des vins de raisins secs; dans des vins authentiques de grands propriétaires

---

(1) J'ai réduit la dépense de matière fluorescente en en mettant seulement sur un secteur de l'écran rendu mobile autour de l'axe de la lunette, derrière des trous pratiqués sur une circonférence, dans un papier noir appliqué sur l'échelle diaphane. Je note alors le trou le plus opaque qui laisse voir la fluorescence.

Ce dispositif s'applique aussi aux autres appareils.

(2) J'ai vu seulement depuis la dernière séance de l'Académie des Sciences le dernier Mémoire de M. Röntgen (17 juillet 1897). Sinon je n'aurais pas manqué de dire, dans ma dernière Note, qu'il est arrivé aux mêmes conclusions pour ce qui concerne la dissémination des rayons X dans l'air. Il a trouvé aussi, par des procédés différents, les mêmes lois pour l'absorption, ce qui m'a permis d'abréger beaucoup la présente Communication

d'Anjou, de Touraine, de Bourgogne. Le fait suivant établira quelle peut être l'origine de ces Acariens.

» Il y a six mois, nous trouvions de nombreux cadavres isolés de ces Arthropodes dans un vin blanc d'Anjou; quelques semaines après la réception de cet envoi, nous rencontrions à chaque instant de nombreux Acariens dans notre laboratoire : c'était une véritable invasion. M. Alfred Giard, Professeur à la Sorbonne, eut l'amabilité d'examiner des échantillons; il nous signala deux espèces : le *Glyciphagus cursor* (Gervais) et le *Tiroglyphus farinæ* (de Gyer), espèces que nous avons retrouvées dans le vin adressé; nous avons supposé que l'invasion de notre laboratoire par ces Acariens avait été causée par l'emballage des échantillons de vins présentant ces Acariens qui, probablement, devaient être abondants dans la cave d'origine, ce que nous n'avons pu vérifier.

» Nous avons observé que ces deux espèces se sont surtout propagées à l'obscurité, sur les moisissures développées autour des bouchons des bouteilles couchées qui laissent suinter du vin; nous les avons vus également se multiplier très abondamment dans un tube à essai, couché, présentant quelques gouttes de vin blanc non sucré que nous renouvelions tous les jours, et sans qu'il ait apparu aucune moisissure, ni *Mycoderma vini*, ce qui fait supposer que ces espèces peuvent s'alimenter directement du résidu de l'évaporation du vin à l'air.

» Nous avons laissé macérer, dans un décilitre de vin, cinquante cadavres de ces Acariens, sans que ce vin ait présenté un goût quelconque, perceptible dans une dégustation comparative, après plusieurs mois.

» Un petit accident, intéressant à noter, nous a été causé par les Acariens; en filtrant des vins blancs à la bougie Chamberland, dans des matras stérilisés, il nous est arrivé de recueillir le premier vin filtré très trouble; un examen microscopique a montré que ce trouble était produit par du *Mycoderma vini*, avec des Glycéphages qui, probablement, en avaient introduit avec eux les germes dans l'intérieur de la bougie.

» Nous concluons de ces faits que l'on peut trouver, dans des vins authentiques et non sucrés, diverses espèces d'Acariens, en particulier le *Glyciphagus cursor*, le *Tiroglyphus farinæ;* et que leur présence dans les caves peut être une cause de dissémination du *Mycoderma vini*, dans le cas particulier de la filtration à la bougie, qui est utilisée quelquefois pour stériliser des vins avant leur mise en bouteilles. »

M. **Delauney** adresse une nouvelle Note « Sur les lois des distances planétaires ».

M. J. **Bernes** adresse, de Poussignac (Lot-et-Garonne), une Note relative à la destruction du black-rot, par un lait de chaux cuprique.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. **J. B.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 aout 1897.

Bulletin astronomique, fondé en 1884, par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président, G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Tome XIV. Août 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel; Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. N° 33. Séance du 17 août 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les Colonies pendant les années 1894 *et* 1895. Melun, 1896; 2 broch. in-8°.

Rapports annuels de la Commission permanente de l'hygiène de l'enfance, par le Dr Charpentier, Rapporteur, présentés à M. le Ministre de l'Intérieur pour les années 1895 et 1896. Paris, G. Masson, 1895-1896; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. T. XIV, fasc. XXXI, 1896. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'administration. T. X. IVe livraison 1896. Saint-Étienne; 1 vol. in-8° avec atlas.

Wind and weather, currents, tides and tidal streams in the east indian archipellago. Published by order of the Government of Netherland's India, by J. P. Van der Stock, Ph. D., Director of the meteorological and magnetical observatory. Batavia, 1897; 1 vol. gr. in-f°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AOUT 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Durand-Gréville adresse un Mémoire relatif à un « Bi-gyroscope », instrument destiné à « mesurer la latitude et la longitude d'un lieu sans observer les astres ».

(Commissaires : MM. Sarrau, Picard, Appell.)

M. G. Marqfoy adresse une Note « Sur deux bases fondamentales de la théorie chimique ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. G. Aupée adresse un Mémoire intitulé : « Les phosphates et la lumière solaire ».

(Commissaires : MM. Chauveau, Schlœsing, Arm. Gautier.)

M. G. **Berger** adresse un projet d'appareil de propulsion pour les ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** transmet à l'Académie un Ouvrage de M. *Juan Contreras*, relatif à une « nouvelle méthode pour la prédiction du temps ».

Cet Ouvrage, écrit en langue espagnole, sera soumis à l'examen d'une Commission composée de MM. Mascart, Bouquet de la Grye, H. Becquerel.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'hypocycloïde de Steiner*. Note de M. **Paul Serret**.

« Il est permis de revenir sur la théorie de cette courbe, née d'hier; sortie tout armée des dernières méditations d'un illustre géomètre, et, en cet état, assez peu remarquée d'abord; mais recevant bientôt, de l'un des principaux héritiers du grand chercheur allemand, avec les justifications voulues touchant sa classe, son ordre, ses parentés avec les êtres de l'infini, les belles propriétés qui lui venaient de là, et la situation même qui lui est acquise aujourd'hui : la première entre les lignes algébriques, à la suite du cercle et des courbes fameuses que l'on sait.

» En réalité, c'est une situation à part, irrégulière et anormale, que la courbe de Steiner reçoit d'un côté, comme ligne algébrique, de sa classe qui lui assignerait normalement neuf paramètres; et, d'autre part, du très petit nombre de paramètres effectifs dont elle dépend, comme hypocycloïde de module donné. Déterminée, en effet, par la seule désignation de quatre de ses tangentes, l'hypocycloïde à trois rebroussements se placerait, de ce fait, immédiatement après le cercle, à côté de la parabole, et avant même la courbe générale du second degré. Ses propriétés, si exceptionnellement simples qu'on a pu les dire « admirables », s'expliqueraient alors par cette situation exceptionnelle. Et le très beau rattachement qui en a été fait [1] aux propriétés générales des courbes du troisième degré, troisième ordre

[1] Cremona, *Journal de Crelle*, t. 64, p. 101-123.

ou troisième classe, n'empêcherait pas de concevoir la possibilité d'une autre exposition, où le petit nombre des « données déterminantes » de la courbe se traduirait par une simplicité égale et tout élémentaire dans sa théorie.

» D'ailleurs cette théorie élémentaire, moins disproportionnée, semble-t-il, aux données, élémentaires aussi, du problème et, en tous cas, devenue exigible aujourd'hui, devant l'extrême simplicité du résultat, demande seulement que l'on écarte une donnée surabondante : celle de l'*ordre* attribuée *a priori* à la courbe que l'on cherche, et qui, désigné d'avance, sans doute pour être utilisé, ne pourra l'être ensuite que par de continuelles références à la théorie des courbes du troisième degré, ajoutées à tout l'outillage actuel, aussi délicat que puissant, mais qui demande trop à être mis en œuvre par ceux-là seulement qui l'ont fait ce qu'il est.

» Dans le système de Géométrie analytique dont nous avons pu indiquer, dans les *Comptes rendus*, quelques points fondamentaux, la théorie de la courbe de Steiner, ses propriétés déjà connues et plusieurs autres que l'on y peut joindre en chemin, se présentent d'elles-mêmes, par une continuelle application de la méthode de Pascal ramenant à la seule proposition de l'hexagramme toutes les propriétés des coniques, comme autant de corollaires détachés de cette unique proposition (¹) : *Les puissances*

$$G_i \equiv A_i B_i C_i \ldots K_i L_i$$

d'un point quelconque *par rapport à* $N+1$ *groupes de droites*, $G_1, G_2, \ldots, G_{N+1}$, *conjugués, un à un, à une même courbe de classe n, sont liées entre elles par une* même *relation, linéaire et identique,* de coefficients déterminés,

$$(A) \qquad \Sigma_1^{N+1} l_1 G_1 \equiv \Sigma_1^{N+1} l_1 A_1 B_1 C_1 \ldots K_1 L_1 \equiv 0,$$

qui, appliquée à une courbe quelconque de la classe 3 et d'indice paramétrique $N = 9$, s'écrit simplement

$$(A') \qquad \Sigma_1^{10} l_1 G_1 \equiv \Sigma_1^{10} l_1 A_1 B_1 C_1 \equiv 0.$$

Or, appliquée elle-même à la courbe spéciale de Steiner, la relation (A′) nous peut donner successivement, à peu près sans calcul, ou par des identifications uniformes qui en demandent fort peu : 1° avec le nom de la

(¹) *Comptes rendus*, 7 janvier 1878.

courbe, toutes ses premières propriétés déjà connues : ses quatre cercles, confondus deux à deux et dont l'un a, chez elle, les mêmes attributions que le cercle de Monge dans les coniques; ses divers modes de génération par les droites de Simpson relatives à une suite doublement infinie de triangles circonscrits, inscrits à des cercles égaux, etc.; 2° tout un ensemble de propriétés nouvelles, qui accentuent encore et les affinités spéciales de la courbe avec le cercle, et ses analogies avec les coniques qu'elle précède par ce moindre *degré d'indétermination* qu'elle comporte : nous voulons dire par les moindres attaches qu'elle reçoit de sa définition, et qui lui permettent dès lors d'étendre plus loin ses propriétés, toujours raccordées entre elles par des cercles ou des lignes droites.

» C'est ainsi que, à côté des coniques dont six tangentes donnent lieu à la proposition que l'on sait, mais qui n'a reçu aucun prolongement géométrique analogue, la cubique de Steiner, déterminée par quatre tangentes, possède :

» 1° Une propriété caractéristique de cinq tangentes : sous la forme de cinq points, dérivés des tangentes considérées, et situés en ligne droite;

» 2° Une propriété de six tangentes, se traduisant par la situation de six points sur un même cercle;

» 3° Une propriété de sept tangentes auxquelles correspondent sept cercles en collinéation.

» Ajoutons encore, en analogie d'énoncé, comme d'usage, avec le théorème de Newton sur le lieu du centre des coniques inscrites à un quadrilatère, l'existence d'une *droite, lieu du* centre de rebroussement *des hypocycloïdes inscrites à un triangle* ABC et représentée *analytiquement* par l'équation

$$A \sin 3\widehat{A} + B \sin 3\widehat{B} + C \sin 3\widehat{C} = 0;$$

géométriquement, par l'axe du segment linéaire $\overline{OH}$ *ayant pour extrémités le centre du cercle circonscrit au triangle et le point de concours de ses hauteurs.*

» Si l'Académie le permet, nous pourrons, dans une Note ultérieure, préciser davantage cette théorie. »

HISTOLOGIE. — *Sur la plasmolyse*. Note de M. **Mouton**, présentée par M. Edmond Perrier.

« I. Lorsque des cellules végétales sont plongées dans une solution aqueuse d'une substance organique ou saline de concentration suffisante, leur protoplasme se contracte et abandonne la paroi rigide cellulosique de la cellule. La contraction est d'autant plus forte que la solution est plus concentrée. C'est le phénomène appelé *plasmolyse*. M. de Vries a été amené à l'étudier pour la première fois, au cours de ses recherches sur la turgescence des organes des végétaux (¹).

» Il fut ainsi conduit à observer que des solutions équimoléculaires de substances organiques produisent le même effet (plasmolyse nulle, moyenne ou considérable) sur les mêmes cellules, et qu'il en est de même pour les solutions salines, pourvu que l'on considère, non pas le nombre de molécules du sel contenues dans un volume déterminé de la solution, mais ce nombre multiplié par un coefficient dit *coefficient isotonique* qui peut être pour chaque corps un nombre entier simple, le même pour tous les sels appartenant à un même type chimique.

» En même temps, M. de Vries rapprochait, de cette loi qu'il venait d'énoncer, cette autre loi que les solutions équimoléculaires de substances organiques ont même point de congélation, et qu'il en est de même pour les solutions salines, à condition que l'on considère, non pas le nombre de molécules du sel, mais ce nombre multiplié par un *coefficient d'abaissement de congélation*, sensiblement le même pour tous les sels d'un même type, et qui semblait assez voisin du coefficient isotonique.

» Plus récemment (²) M. de Vries préféra, dans la comparaison aux coefficients d'abaissement du point de congélation, substituer aux nombres entiers simples, primitivement indiqués comme coefficients isotoniques, les nombres plus complexes directement fournis par l'expérience et qui, pour des substances d'un même type, oscillent dans d'assez larges limites autour des nombres simples d'abord choisis.

» Il semble cependant que, dans certains cas, une différence notable ait subsisté entre les deux espèces de coefficients.

(¹) *Pringsheim's Jahrbücher*, t. XIV; 1883 : *Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft*.

(²) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. II, p. 415 : *Osmotische Versuche*.

» II. On peut remarquer que l'égalité des coefficients peut s'exprimer par l'énoncé suivant : *Deux solutions isotoniques se congèlent à la même température*. Sous cette forme, qui n'implique aucune hypothèse, la loi se prête à une vérification expérimentale directe, que j'ai tenté de réaliser.

» Au lieu d'employer des cellules végétales, j'ai trouvé avantageux de recourir à des Amibes enkystés, tels qu'on peut les obtenir en grande abondance dans des cultures sur milieu solide analogues, à celles qui ont été indiquées par M. Beyerinck. La paroi rigide du kyste joue ici le même rôle que la paroi de cellulose des cellules végétales dans les expériences de M. de Vries. Seulement le phénomène se trouve être plus rapide, la plasmolyse s'établissant en quelques secondes.

» Les expériences ont été conduites de la manière suivante :

» Des kystes pris dans une culture sont rapidement délayés dans une certaine quantité du liquide choisi, puis regardés au microscope. Pour des solutions trop concentrées, la plasmolyse est considérable, mais en diluant graduellement la solution, on arrive à obtenir une plasmolyse très légère; celle-ci finit même par ne plus être observable sur tous les kystes, soit parce que la tension du protoplasme varie légèrement d'une cellule à l'autre, soit parce que la région de la paroi qu'il abandonne, ayant peu d'étendue, peut se présenter plus ou moins favorablement pour l'observation. On peut ainsi déterminer une zone de passage, entre les solutions assez concentrées pour plasmolyser franchement tous les kystes et celles qui ne les plasmolysent plus. Cette zone est assez étroite, puisque les concentrations extrêmes peuvent être, pour une même substance, représentées par les nombres 14 et 17.

» Mais on peut facilement atteindre une précision plus grande. En effet, j'ai vérifié que deux observateurs, même peu exercés, auxquels on a fait voir un stade quelconque de la zone de passage, et qui font ensuite, sans se consulter, des expériences sur différents sels, se trouvent d'accord, à mieux que $\frac{1}{15}$, sur les concentrations qui reproduisent ce stade.

» J'ai donc pu préparer une série de solutions isotoniques, en opérant de préférence sur les sels qui semblaient avoir donné les résultats les plus divergents. D'autre part, sans changer leur concentration, j'ai recherché directement à quelle température se congèlent ces solutions : pour toutes celles qui avaient la même action, cette température s'est montrée sensiblement constante. Inversement, des solutions, de concentration telles qu'elles se congèlent à une même température voisine de la précédente, se sont trouvées isotoniques à mieux que $\frac{1}{15}$.

» J'ai opéré avec les sels suivants : sulfate de magnésium, sulfate de potassium, chlorure de potassium, chlorure de sodium, chlorure de baryum, oxalate de potassium, azotate de calcium. L'abaissement du point

de congélation des solutions employées a été voisin de 1°,5. Ainsi la loi est vérifiée pour cette concentration.

» Il est d'ailleurs bien entendu qu'il faut opérer avec des Amibes provenant d'une même culture. J'ai, par exemple, vérifié qu'il faut augmenter la concentration pour obtenir la plasmolyse lorsque les Amibes ont été cultivés sur des milieux fortement salés. Je compte pouvoir étendre prochainement le nombre de ces résultats (1). »

PHYSIQUE. — *Photographie de l'image fluoroscopique.* Note de M. **Charles Porcher** (2), présentée par M. Chauveau.

« En plaçant, entre un écran fluorescent au platino-cyanure de baryum et une ampoule de Crookes située du côté non actif de cet écran, un objet opaque aux rayons X, on sait que l'on obtient, lors de la fermeture du circuit, une image obscure sur un fond lumineux jaune.

» Cette image visible doit impressionner la plaque sensible, puisque les rayons qui en émanent sont, en somme, des rayons lumineux ordinaires. Aussi ai-je essayé de la photographier.

» Je me suis heurté tout d'abord à une première difficulté facile à vaincre. L'objectif de l'appareil étant construit avec un verre au plomb s'opposait au passage des rayons Röntgen : il en était de même de l'obturateur métallique sur lequel il est vissé.

» Dans une première expérience, l'appareil photographique 13×18 est placé, au delà de l'écran évidemment, à l'intérieur de la pyramide engendrée en joignant le foyer de l'ampoule de Crookes qui en est le sommet au pourtour de l'écran, dans le champ par conséquent des rayons X qui vont impressionner celui-ci. J'ai pu constater que toute l'énergie des rayons Röntgen n'est pas absorbée par l'excitation de la fluorescence du platino-cyanure de baryum : la plaque sensible située à 90^{cm} de l'écran est impressionnée, la planchette antérieure de l'appareil photographique est traversée et j'obtiens au développement l'image de l'obturateur dessiné par son contour.

» Pour opposer une barrière absolue aux rayons X, voici comment j'ai alors disposé mon expérience :

» La porte de la chambre noire du laboratoire est percée d'un trou dans lequel j'ai

(1) Travail fait au laboratoire de Botanique de l'École Normale supérieure et au laboratoire de Malacologie du Muséum.

(2) Travail du laboratoire de Physique et de Chimie de l'École d'Alfort.

placé l'objectif de mon appareil photographique. De plus, derrière cette porte et tout autour de l'objectif, dans un rayon de $0^m,50$, j'ai cloué une lame de plomb de $0^m,003$ d'épaisseur.

» Ainsi, une barrière de plomb, lame métallique et objectif, met la pellicule au gélatino-bromure absolument à l'abri de l'action des rayons X.

» L'image fluoroscopique n'est plus alors gênée et va seule impressionner la plaque. L'écran est placé à $0^m,57$ de l'objectif, le côté actif face à celui-ci et le foyer de l'ampoule à $0^m,03$ seulement derrière lui.

» Pour avoir une image fluoroscopique nette, il faut, en effet, diminuer autant que possible la distance de l'ampoule à l'écran, l'intensité de l'image à photographier en est d'autant plus augmentée. Néanmoins, cette intensité est toujours extrêmement faible, ce qui rend la mise au point pénible et le temps de pose très long [1]. Pour l'épreuve que je mets sous les yeux de l'Académie, la pose a été de vingt-cinq minutes; l'image est extrêmement pâle quoique j'aie cependant renforcé le cliché.

» Inutile de dire qu'écran, ampoule, etc., sont placés dans la chambre noire et que le trou du panneau de la porte par où passe l'objectif est parfaitement bouché.

» Il y avait lieu de penser, avant d'entreprendre ces expériences, qu'on arriverait à photographier avec pose faible, en instantané peut-être, l'image fluoroscopique, ce qui serait utile en médecine vétérinaire où il nous est difficile d'obtenir une immobilité prolongée comme celle que nécessite la radiographie. Mais, comme il résulte de mes expériences, il faut encore attendre, car l'on ne gagne rien, ni comme temps, ni comme netteté, à vouloir photographier l'image formée sur l'écran. Cela peut être parfois impossible. »

BOTANIQUE. — *Le* Pseudocommis Vitis *Debray, parasite des plantes marines*. Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« Après avoir étudié les diverses phases de développement du *Pseudocommis* dans l'*Elodea canadensis*, plante submergée d'eau douce, je me suis demandé si les plantes marines ne résistent pas à l'action parasitaire de ce

---

(1) Après un temps de pose aussi long, le platino-cyanure de baryum est en partie réduit dans une faible région autour du point qui fait face au foyer de l'ampoule. Il a pris une teinte jaune rougeâtre, qui disparaît d'ailleurs au bout de quelques heures d'exposition à la lumière.

Myxomycète. Il n'en est rien : l'eau de la mer ne met aucun obstacle aux attaques du *Pseudocommis*. J'en ai reconnu la présence dans les feuilles des Zostères et dans les gaines foliaires des *Ruppia*, où il forme des taches d'un brun plus ou moins jaunâtre. Mais deux Algues marines, les *Fucus serratus* et *vesiculosus*, laissent voir plus nettement encore les effets de son parasitisme.

» Il produit, sur les thalles de ces deux Algues, des taches d'un rouge sombre, très visibles à l'œil nu. Ces taches longent le plus souvent le bord des expansions du thalle, qui paraît alors comme corrodé; quelquefois, elles se présentent sur la surface du thalle, autour d'une perforation qui est le résultat de la destruction du tissu; d'autres fois, elles se montrent sur les vésicules de la seconde espèce, qui se sont ouvertes par le même effet destructif.

» Si l'on observe, avec des grossissements suffisants, le tissu de ces taches rouges, sa coloration vue par transparence se modifie : ce tissu apparaît alors avec une teinte d'un beau jaune orangé. C'est la couleur la plus habituelle du plasmode du *Pseudocommis*. Dans les grandes cellules, ce plasmode débute par une teinte plus claire, qui colore leurs membranes proprement dites et les membranes intercellulaires. C'est un état plasmodique, fluide, non granuleux, dont la teinte, d'abord claire, devient ensuite plus foncée, et de jaune orangé pâle passe au jaune orangé vif. Quant aux petites cellules, le plasmode les rend souvent presque opaques, ce qui tient à ce que leur contenu se colore fortement. Mais les filaments celluleux médullaires restent d'ordinaire sans changement. La coloration en jaune orangé des tissus envahis par les plasmodes contraste avec celle des tissus sains, qui sont d'un brun verdâtre. Jointe à la détérioration même de ces tissus malades, qui, mortifiés par les plasmodes, se ramollissent et se désagrègent, cette coloration me paraît prouver incontestablement la présence et l'action nocive du *Pseudocommis*.

» Ainsi l'eau de mer n'entrave nullement cette action.

» Mais de quelle façon ces Algues marines submergées peuvent-elles être attaquées? Je pense que ce doit être par des débris de kystes, transportés en mer, sur les côtes, par les vents de terre, qui soulèvent les poussières de la surface du sol et emportent ces kystes microscopiques avec elles. Presque tous nos arbres, dont les feuilles sont plus ou moins attaquées par le *Pseudocommis*, indiquent bien que c'est le mode ordinaire de contamination aérienne de ce Myxomycète. »

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 aout 1897.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIII. 25 août 1897. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 24 août 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Tome II. 23 août 1897. Paris, Doin; 1 fasc. in-8°.

Spelunca. Bulletin de la Société de Spéléologie. Tome III, n° 9-10. Paris, 1 fasc. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1896. N° LV. Lille, Danel, 1897; 1 vol. in-8°.

Sur la condensation de la vapeur d'eau, dans l'atmosphère, par Melander. Helsingfors, 1897; 1 vol. in-8°.

Meteorologia practica; nuevos metodos de prediccion, por el Ingeniero de minas Juan-N. Contreras. Primere parte. Guanajuato, 1895; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 août 1897.)

Note de M. *H. Deslandres,* Recherches sur les rayons cathodiques simples ;

Page 373, ligne 6, *au lieu de* (voir *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 678, 945 ; 1897), *lisez* (voir *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 678, 945 et 1297).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 SEPTEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Du nombre et de la symétrie des faisceaux fibrovasculaires dans la mesure de la perfection organique des espèces végétales;* par M. **Ad. Chatin**.

« La présente Note, consacrée aux Dicotylédones gamopétales périgynes ou Calyciflores gamopétales, fait suite à ma précédente étude sur les Gamopétales hypogynes ou Corolliflores.

DICOTYLÉDONES GAMOPÉTALES PÉRIGYNES.

Pétioles a un seul faisceau.

» *Rubiacées*. — Asperula, Barriera, Brexia, Cephalanthera, Cephalanthus, Cephælis, Cinchona, Coffea, Coprosma, Crucianella, Diodia, Exostemma, Galium, Gardenia

Thunbergii, Hamelia, Hygensia, Icora, Ixora, Leptoclinia, Leptodermis (¹), Morinda, Oxianthus, Psychotria, Richardsoniana sc., Regiera, Rondeletia cord., Rubia, Sarcocephalus, Serissa, Spermacoce, Uriagaya, Vaugueria.

» *Caprifoliacées.* — Aucuba (²), Leycesteria (²), Lonicera (²), Obolia Schepfio, Symphoricarpos (²), Weigelia (²), Xylosteum (²), Viburnum (²), Cornus (²).

» *Campanulacées.* — Campanula grandis, C. macrostyla, C. medium, C. Trachelium (²) et C. pyrenaica (³), Specularia, Speculum (²).

» *Lobéliacées.* — Lobelia cardinalis (³), Lobelia syphilitica (²), Tupa ignescens (²).

TROIS FAISCEAUX.

» *Garryacées.* — Garrya.

» *Campanulacées.* — Campanula Rapunculus.

» *Lobéliacées.* — Platycodium.

» *Goodéniacées.* — Goodenia rad.

» *Dipsacées.* — Knautia ar., Scabiosa succ.

» *Synanthérées.* — Achillea, Agathæa, Ageratum cœr., Andryalia, Anthemis arv., Artemisia, Baccharis, Balsamita, Barkhausia ret., Bellis per., Chrysopsis vill., Chrysanthemum ind., Cupularia, Erigeron canad., Gayania sph., Gnaphalium sylv., Helianthus, Helychryson, Kulnia eupat., Leucanthemum, Linosyris, Matricaria Ptarmica, Picridium, Pyrethrum inod., Santolina tom., Senecio aq., Solidago canad., Sonchus arv., Stevia serr., Tagetes er., Xeranthemum ann., Zinnia.

» *Stylidiées.* — Stylidium adnatum.

CINQ FAISCEAUX.

» *Caprifoliacées.* — Sambucus.

» *Garryacées.* — Gisselmia.

» *Cucurbitacées.* — Cucumis sativus, Pilogyne suaveol.

» *Valérianées.* — Centranthus, Fedia.

» *Dipsacées.* — Dipsacus Full. et D. sylv., Scabiosa lucida et S. micrantha.

» *Synanthérées.* — Anacyclus, Antennaria, Buphthalmum salic., Colendula off., Calimeris, Callistephus sin., Centaurea Jacea, Cineraria, Cirsium arv. et C. lanceol., Cnicus, Colymus, Conoclinium, Crepis bien., Elychrison bract., Ethuslea arg., Eupatorium adenoph. et E. cannal., Gaillardia ar., Helminthia ech., Hieracium umb., Hipochœris mac. et H. rad., Inula bifr. et I. dys. (⁴), Kentrophyllum lass., Lampsana com., Linosyris vulg., Picris hier., Onopordon acant., Podokenium, Pogynciaca,

---

(¹) Trois faisceaux à l'extrême base.

(²) Trois faisceaux à l'extrême base. Je mets, à la suite des Caprifoliacées, le *Cornus*, qui leur appartint longtemps et a, comme elles, trois faisceaux à l'extrême base.

(³) Cinq faisceaux à l'extrême base.

(⁴) L'*Inula Helenium* et surtout l'*I. macrophylla*, espèces à grandes feuilles, ont des faisceaux très nombreux.

Solidago liv. et S. Virg.-aur., Sonchus pal., Tanacetum, Taraxacum dens. L., Tarchonanthus, Zacintha verr.

SEPT FAISCEAUX.

» *Cucurbitacées.* — Bryonia dioica, Sicyodium Lind., Scotanthus.

» *Valérianées.* — Valeriana Phu. et V. pyrenaica.

» *Dipsacées.* — Dipsacus lac., Morina arg.

» *Synanthérées.* — Aster, Buphthalmum spin., Cacalia, Centaurea montana, Cephalaria rig., Cichorium Int., Coniza long., Crepis biennis et C. tect., Echina cea., Echinops Ritro., Helminthia ech., Lactuca Scar., Leontodon, Morina eleg., Ptarmica, Rudbeckia lac., Tragopogon, Vernonia præalta., Xeranthemum strumarium.

NEUF A ONZE FAISCEAUX.

» *Cucurbitacées.* — Citrullus amara, Cucumis proph. et C. per., Cucurbita Melopepo et C. ovig., Ecballium Ol., Echinocystis fab., Lagenaria, Melotheria pend., Momordica Bal., Sieyos.

» *Valérianées.* — Valeriana alliaræfolia.

» *Dipsacées.* — Cephalaria tatar.

» *Synanthérées* (1). — Biota, Carduus cr., Centaurea amara et C. scab., Cirsium Eriophoron et C. nutans, Echinops sphær., Galactites tom., Lappa major, Mulgedium, Petasites vulg., Scorzonera hum., Serratula tinct., Sylphium perfol., Tussilago Farf.

NOMBREUX FAISCEAUX (2).

» *Cucurbitacées.* — Benincasa, Citrullus vulg., Cucurbita.

» *Synalthérés.* — Centaurea Babyl., Cynara, Dahlia, Echinops sphæroc., Cirsium oler., Inula Helenium et I. macrophylla, Nardormia, Senecio Dor. et S. sarrac., Silybum Marianum, Sylphium lacin.

» Il ressort des faits qui viennent d'être exposés que le type unitaire des faisceaux du pétiole, si général dans les Corolliflores, n'existe pas au même degré chez les Gamopérigynes.

» On peut, en effet, à cet égard, diviser celles-ci en deux groupes dont l'un, représenté par les Rubiacées (rattachées aux Corolliflores par les Loganiacées) et les Caprifoliacées, n'a qu'un faisceau pétiolaire, tandis

---

(1) Plus qu'aucune autre famille, les Synanthérées, déjà sans localisation vraie des verticilles floraux, présentent, soit par dédoublement, soit par rapprochement ou déviation des faisceaux, des irrégularités et variations dans le nombre de ceux-ci.

(2) Ici ne se trouvent que des espèces à fortes feuilles.

que l'autre groupe, composé des Synanthérées et familles voisines (Dipsacées, etc.), a toujours des faisceaux multiples.

» Dans le premier groupe il faut d'ailleurs faire cette distinction que, chez les Rubiacées, c'est généralement dès la base du pétiole que le faisceau se présente unique [1], tandis que dans les Caprifoliacées la conjugaison des faisceaux n'a lieu qu'à un ou deux millimètres de l'extrême base.

» Sous ce rapport, les Rubiacées seraient les analogues des Corolliflores à fleur régulière, les Caprifoliacées se rattachant, au contraire, toutefois avec aggravation ou plus grande fréquence dans le retard de conjugaison des faisceaux, aux Corolliflores à fleur labiée.

» On peut faire cette remarque que, dans les Gamopérigynes, comme en beaucoup de Corolliflores, l'existence d'un faisceau unique se relie à un caractère morphologique de quelque importance, savoir : les feuilles opposées.

» Quant à cette grande famille des Synanthérées qui, à tous les recensements du règne végétal, a été comptée pour environ un dixième des plantes phanérogames connues, est-il besoin de faire observer que par ses faisceaux pétiolaires toujours multiples, souvent même en nombre indéfini, elle descend encore d'un degré sur cette échelle des végétaux où naguère d'éminents botanistes la plaçaient au faîte, tenant pour le summum de la localisation la fusion, disons mieux, la confusion entre eux de tous les verticilles de la fleur.

» Les Rubiacées et les Caprifoliacées entraînent, comme dans leur orbite, les Campanulacées et les Lobéliacées, partiellement à faisceau unitaire ; les Synanthérées ayant elles-mêmes pour satellites les Valérianées, Dipsacées, Stylidiées et, sans doute aussi, les Calycérées et les Boopidées [2].

» Je dois insister sur les rapports qui relient au faisceau unique du pétiole la nervation du limbe de la feuille.

» Dans les Gamopérigynes, comme chez les Gamohypogynes, etc., au faisceau unique correspond toujours la nervation pennée, c'est-à-dire qu'à une complète localisation ou conjonction succède une complète disjonc-

---

[1] Je n'ai vu trois faisceaux basilaires que dans le Leptodermis.

[2] Je n'ai pu voir de représentants de ces deux dernières familles, mais leurs grandes affinités avec les Synanthérées donne la certitude que leurs pétioles sont à plusieurs faisceaux.

tion, les nervures latérales ou les barbes de la plume partant, pour s'en écarter sous des angles divers, de la nervure centrale, continuation du faisceau pétiolaire.

» On dirait de deux forces solidaires, une force de conjugaison commandant une force de disjonction.

» On se confirmerait dans cette hypothèse en considérant que là où il n'y a pas eu conjugaison, comme en général dans les Monocotylédones et les Ombellifères, il n'y a pas de disjonction pennée.

» Mais si la localisation, en un seul, des faisceaux implique la nervation pennée du limbe, il n'est pas rare cependant que des nervations pennées coexistent avec la pluralité des faisceaux pétiolaires. On en trouve un bel exemple dans les Clavya, ces Myrcinées aux faisceaux en nombre indéfini et dont les belles feuilles lancéolées, longues souvent de plus d'un mètre, sont formées d'une forte nervure médiane de laquelle s'écartent, à angles très ouverts, les nervures secondaires.

» Une catégorie de plantes à faisceaux multiples, en nombre indéfini même, semble faire exception par la division, poussée souvent jusqu'à l'infini, du limbe de leurs feuilles : telles les Ombellifères. Mais j'estime qu'ici il n'y a pas disjonction proprement dite, mais partition.

» La partition du limbe des Ombellifères faisant suite, et comme conséquence aux nombreux faisceaux du pétiole, peut s'exprimer ainsi : *à pétiole multifasciculaire, limbe multipartite*.

» Le rapprochement des Renoncules, à pétiole engainant plurifasculaire et à limbe généralement multiséqué, des Ombellifères s'offre de lui-même, se confirmant des exceptions mêmes à la partition dans les *Bupleurum aristatum*, etc., d'un côté, des *Ranunculus* graminiformes d'autre côté, gardant la nervation parallèle, suite, comme dans les Monocotylédones, à la pluralité des faisceaux montant parallèlement de la gaine au limbe.

» Parfois, une feuille à nervation palmée fait suite à un faisceau pétiolaire unitaire, comme on peut l'observer dans la Boule-de-neige (*Viburnum Opulus*). C'est qu'ici le faisceau unique, formé, comme chez la plupart des autres Caprifoliacées, par la conjugaison de trois faisceaux basilaires, reconstitue ses trois faisceaux au-dessous du limbe de la feuille.

» Un mot sur les Cucurbitacées, groupe embarrassant compris ici dans les Gamopétales, bien que de Candolle et la plupart des botanistes qui ont suivi les placent parmi les Dialypétales;

» C'est que, à l'exception des *Lagenaria* et *Luffa*, franchement polypé-

tales, leurs pétales, distincts vers les onglets, se soudent entre eux par le haut, comme il arrive aux étamines des Synanthérées, libres par les pétales, mais cohérentes par les anthères et à ces carpelles d'Apocynées, libres par les ovaires et les styles, mais cohérentes par les stigmates;

» C'est aussi que les Cucurbitacées paraissent ne pouvoir être trop éloignées des Myrsinées, Plombaginées et Primulacées, franchement gamopétales et, comme elles, pourvues exceptionnellement, au milieu de celles-ci, de deux téguments à l'ovule et de faisceaux multiples aux pétioles (¹). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Stephanides adresse, de Mételin, une Note relative aux rayons X.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-arts adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République autorise l'Académie à recevoir la donation qui lui a été faite par M. *Henry Wilde*, pour la fondation d'un prix annuel et perpétuel de quatre mille francs, à décerner « à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie ou la Mécanique expérimentale aura été jugé le plus digne de récompense ».

La Commission sera nommée ultérieurement.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Ad. Minet*, intitulé : « Les fours électriques et leurs applications ». (Encyclopédie des Aide-Mémoire, Section de l'Ingénieur.)

(¹) Réserve faite de quelques Primulacées.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions besséliennes* $O^n(x)$ *et* $S^n(x)$. Note de M. L. Crelier.

« Prenons les formules classiques

» 1° $$O^n(x) = \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}\frac{1}{2}[t^n + (-1)^n t^{-n}]\, ds,$$

» 2° $$S^n(x) = \int_1^{\frac{N}{x}} e^{-xs}[t^n - (-1)^n t^{-n}]\frac{dt}{t},$$

où $s = \frac{1}{2}\left(t - \frac{1}{t}\right)$, et posons

$$O^n(x) = \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} V^n\, ds \qquad \text{et} \qquad S^n(x) = \int_1^{\frac{N}{x}} e^{-xs} T^n \frac{dt}{t};$$

les fonctions V^n et T^n donnent

$$\underbrace{\frac{V^{n+1}}{V^n} = 2s + \cfrac{1}{2s + \cfrac{1}{2s + \ldots + \cfrac{1}{2s + \cfrac{1}{s}}}}}_{n+1 \text{ quotients incomplets.}} \qquad \underbrace{\frac{T^{n+1}}{T^n} = 2s + \cfrac{1}{2s + \cfrac{1}{2s + \ldots + \cfrac{1}{2s}}}}_{n \text{ quotients incomplets.}}$$

» La fraction continue de quotients incomplets a, $a+b$, $a+2b$, ..., $a+nb$, ... a pour numérateur de la n^{ieme} réduite

$$f_n(a,b) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n+1}{2}} \binom{n-\lambda}{\lambda}(a+\lambda b)[a+(\lambda+1)b]\ldots[a+(n-\lambda-1)b].$$

» Posons $a = 2s$, $b = 0$. On a

$$(\alpha) \qquad f_n(2s, 0) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n+1}{2}} \binom{n-\lambda}{\lambda} 2s^{n-2\lambda},$$

d'où

$$V^n = \text{const.}_1[s f_{n-1}(2s,0) + f_{n-2}(2s,0)], \qquad T^n = \text{const.}_2[f_{n-1}(2s,0)].$$

» Les constantes se laissent aisément déterminer et sont

$$C_1 = 1, \qquad C_2 = (t + t^{-1}).$$

» Les deux formules primitives deviennent alors

$$(1) \qquad \begin{cases} O^n(x) = \displaystyle\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_{n-1}(2s, 0)\, ds + \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} f_{n-2}(2s, 0)\, ds, \\ S^n(x) = \displaystyle\int_1^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(t + t^{-1}) f_{n-1}^{s}(2s, 0) \frac{dt}{t}; \end{cases}$$

substituons la variable $s = \frac{1}{2}(t - t^{-1})$:

$$(2) \qquad S^n(x) = 2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} f_{n-1}(2s, 0)\, ds.$$

» La substitution de $f_{n-1}(2s, 0)$ et $f_{n-2}(2s, 0)$ par leurs valeurs déduites de la formule (α) et la transformation de l'intégrale du produit en fonctions eulériennes suivant

$$\int_0^\infty e^{-x} x^{a-1}\, dx = \Gamma(a) = (a-1)!$$

donnent, pour la première,

$$O^n(x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n}{2}} \frac{1}{4} \frac{(n-1-\lambda)!}{\lambda!} (n - 2\lambda) \left(\frac{2}{x}\right)^{n+1-2\lambda}$$
$$+ \sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n-1}{2}} \frac{1}{2} \frac{(n-2-\lambda)!}{\lambda!} \left(\frac{2}{x}\right)^{n-1-2\lambda},$$

ou, avec un seul $\sum$,

$$O^n(x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n+1}{2}} \frac{n}{4} \frac{(n-1-\lambda)!}{\lambda!} \left(\frac{2}{x}\right)^{n+1-2\lambda}.$$

et, plus simplement, pour la deuxième,

$$S^n(x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n}{2}} \frac{(n-1-\lambda)!}{\lambda!} \left(\frac{2}{x}\right)^{n-2\lambda};$$

» Nous ajouterons que, en dehors de ce développement facile pour les formules par sommations, les relations (1) et (2) permettent d'entrevoir une série de propriétés liant les fonctions ($O^n(x)$ et $S^n(x)$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'hypocycloïde à trois rebroussements.* Note de M. PAUL SERRET.

« 1. Soit C^3 une courbe de classe 3, générale ou singulière, mais dont la détermination exigera toujours neuf données distinctes, explicites, ou enveloppées dans les singularités de la courbe, et représentées par neuf *groupes* de droites, G_i, du troisième ordre, du second ou du premier

(G) $G_1 \equiv T_1^3, \ldots, G_k \equiv \overline{A}_k \overline{B}_k \overline{C}_k, \ldots, G_l \equiv \overline{D}_l \overline{E}_l, \ldots, G_m \equiv \overline{F}_m, \ldots,$

tous *conjugués* à la courbe et, pour rester irréductibles, devant satisfaire, quels que soient les coefficients λ_i, à la *non-identité*

$$\Sigma_1^9 \lambda_1 G_1 \neq 0.$$

» Parmi les « données déterminantes » G_i, quatre au moins, émanées directement de la proposée C^3, sont du troisième ordre et proviendront : soit de groupes ternaires proprement dits ABC, A'B'C', ..., conjugués toujours à C^3; soit des groupes conjugués spéciaux T_1^3, T_2^3, ..., fournis par une ou plusieurs de ses tangentes T_1, T_2, ...

» Quant à l'ensemble des groupes du second ordre ou du premier, conjugués à la fois à C^3 et à sa *première polaire principale* C^2 (en entendant sous ce nom la *première enveloppe polaire de la droite de l'infini, prise par rapport à* C^3), il ne pourra en entrer plus de cinq dans les données de la courbe. Dans ce qui suit, nous supposerons cette limite atteinte, et C^3 définie par quatre groupes conjugués du troisième ordre

(D) $T_1^3, \ldots, T_4^3$ ou $A_1 B_1 C_1, \ldots, A_4 B_4 C_4$

ajoutés à cinq groupes binaires distincts

(D') $X_1 Y_1, \ldots, X_5 Y_5$

conjugués à la première polaire principale C^2, déterminant celle-ci ou déterminés par elle et, pour rester distincts, satisfaisant à la condition

(D'') $\Sigma_1^5 \lambda'_1 X_1 Y_1 \neq 0.$

» Introduisons maintenant une nouvelle tangente T_5 ou un nouveau groupe conjugué $A_5 B_5 C_5$, nous aurons, entre les dix groupes mis de la sorte en présence, l'une ou l'autre des relations ([1])

$$(A) \qquad \Sigma_1^5 l_1 T_1^3 \qquad + \Sigma_1^5 m_1 X_1 Y_1 \equiv 0,$$

$$(A') \qquad \Sigma_1^5 l'_1 A_1 B_1 C_1 + \Sigma_1^5 m'_1 X_1 Y_1 \equiv 0,$$

et la théorie, les propriétés ou constructions diverses de la courbe C^3, *regardée comme définie par les données* (D), (D'), seront comprises dans l'une ou l'autre de ces identités, associées d'ailleurs au lemme suivant qui les contient, et dont les applications sont continuelles :

» Lemme général ([2]). — *Si* ν *groupes de droites*, $G'_1, G'_2, \ldots, G'_\nu$, *d'ordres quelconques,* sont *liés entre eux par une relation* linéaire et identique

$$(B) \qquad \Sigma_1^\nu l'_1 G'_1 \equiv 0,$$

toute courbe de classe n, conjuguée à $\nu - 1$ *de ces groupes, sera conjuguée au* $\nu^{ième}$.

» 2. Soit maintenant C^3 *une courbe de classe* 3, *déterminée,* s'il est possible, *par les seules données* (D) : ou encore, en généralisant la question, par la seule désignation de ν de ses tangentes $T_1, \ldots, T_\nu$, ou de ν groupes ternaires $A_i B_i C_i$ qui lui seraient conjugués.

» Si C^3 est déterminée de la sorte, tout ce qui dépend de C^3 et, en particulier, sa première polaire principale C^2, se trouve déterminé en même temps. Donc C^2 est déterminée *en soi et par soi*, sans aucune indication graphique d'aucune espèce. Or il n'existe qu'une seule enveloppe de classe 2 qui se trouve déterminée de la sorte; c'est l'ensemble $(\dot{\omega}_1 \dot{\omega}_2)$ des points circulaires de l'infini : donc $C^2 \equiv \dot{\omega}_1 \dot{\omega}_2$. Mais C^2 étant connue, sa donnée équivaut à cinq conditions; et il reste, pour déterminer C^3, à désigner seulement quatre de ses tangentes : donc $\nu = 4$.

» La courbe actuelle est donc une *cubique de Steiner,* déterminée par la seule désignation de quatre de ses tangentes, ou par les seules données (D), et pouvant dès lors recevoir toutes ses propriétés particulières des formules (A), (A'), où *l'on remplacera* seulement *les cinq groupes* $X_i Y_i$, actuellement conjugués à la conique spéciale $C^2 \equiv \dot{\omega}_1 \dot{\omega}_2$, par *cinq groupes*

([1]) *Comptes rendus,* 7 janvier 1878.

([2]) *Ibid.,* 14 janvier 1878.

rectangulaires $\widehat{X_i Y_i} = \frac{\pi}{2}$ (les seuls qui soient conjugués à $\omega_1\omega_2$) *tracés à volonté dans le plan de la courbe.*

» Or les identités (A), (A′) pouvant s'écrire

$$(A_1) \qquad \Sigma_1^5 l_1 T_1^3 \equiv \Sigma_1^5 m_1 X_1 Y_1,$$

$$(A_1') \qquad \Sigma_1^5 l_1' A_1 B_1 C_1 \equiv \Sigma_1^5 m_1' X_1 Y_1,$$

il résulte immédiatement de celles-ci, associées à l'orthogonalité des droites X_i, Y_i, ce théorème fondamental :

» Théorème I. — *Les coniques*

$$(A_2) \qquad 0 = \Sigma_1^5 l_1 T_1^3 \equiv ax^2 + 2bxy + cy^2 + \ldots,$$

$$(A_2') \qquad 0 = \Sigma_1^5 l_1' A_1 B_1 C_1 \equiv a'x^2 + 2b'xy + c'y^2 + \ldots,$$

dérivées *soit de cinq tangentes quelconques* $T_1, \ldots, T_5$, *soit de cinq groupes conjugués* $A_i B_i C_i$ *d'une* cubique de Steiner, *sont toujours des hyperboles équilatères* ($0 = a + c = a' + c'$), *et réciproquement.* Pour abréger, nous ne démontrerons pas ici la réciproque.

» 3. Rapproché d'une Note antérieure [1], il suit, de l'énoncé précédent, qu'une seule et même condition entraîne, d'une part, la *circonscriptibilité du pentagone* ($T_1 \ldots T_5$) *à la courbe cherchée* C^3; d'autre part, la *réduction en une ligne droite* du *cercle de Miquel* relatif à ce pentagone.

» Écrivant dès lors

$$T_i \equiv x\cos\varphi_i + y\sin\varphi_i - p_i,$$

et posant les cinq équations

$$0 = \Sigma_1^5 l_1 \cos^3\varphi_1 = \Sigma l_1 \cos^2\varphi_1 \sin\varphi_1 = \Sigma l_1 \cos\varphi_1 \sin^2\varphi_1 = \Sigma l_1 \sin^3\varphi_1 = \Sigma l_1 p_1,$$

pour lesquelles se traduit le théorème ci-dessus; l'existence simultanée de ces équations entraînera, par des transformations évidentes, la condition cherchée

$$0 = \begin{vmatrix} p_1, & \cos 3\varphi_1, & \sin 3\varphi_1, & \cos\varphi_1, & \sin\varphi_1 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ p_5, & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{vmatrix}$$

$$= p_5 - A\cos 3\varphi_5 - B\sin 3\varphi_5 - A'\cos\varphi_5 - B'\sin\varphi_5,$$

qui entraîne à son tour les théorèmes suivants :

» Théorème II. — *La courbe de Steiner est une hypocycloïde à trois rebrous-*

---

[1] *Comptes rendus*, 31 août 1896, p. 416.

sements : enveloppée par la droite mobile $X\cos\Phi + Y\sin\Phi = r\cos 3\Phi$, ou décrite par un point d'un cercle de rayon r roulant intérieurement sur le cercle de rayon triple $X^2 + Y^2 = 9r^2$.

» Théorème III. — *Les foyers de trois quelconques des paraboles inscrites aux quadrilatères, déterminés par cinq tangentes de la courbe, sont trois points en ligne droite.* »

ÉLECTRICITÉ. — *La déviation magnétique des rayons cathodiques et des rayons* X. Note de M. G. de Metz, transmise par M. Poincaré.

« Pour compléter mes études sur les phénomènes de la déviation magnétique des rayons cathodiques et des rayons X, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie le 5 juillet 1897, j'ai entrepris de nouvelles recherches.

» Il me semblait d'abord indispensable d'obtenir le même phénomène de la déviation magnétique, en opérant de façon que l'ampoule de Crookes ne fût pas collée au tube de verre, où l'on faisait le vide et où l'on plaçait le cylindre en aluminium, relié au sol, qui jouait le rôle de l'enceinte de Faraday, mais en plaçant l'ampoule à une certaine distance du tube, avec une couche d'air interposée.

» Cette distance, entre l'ampoule de Crookes et le couvercle en aluminium qui fermait maintenant le tube de verre, ne pouvait être augmentée au delà de $2^{cm},8$ pour que la fluorescence du platinocyanure de baryum, placé à 22^{cm} au-dessous du couvercle et à l'intérieur du cylindre en aluminium, restât encore constante et assez intense. J'ai obtenu le meilleur résultat possible, avec une couche d'air de 1^{cm} d'épaisseur. Ainsi, les rayons X, en partant de l'ampoule de Crookes, pénètrent dans l'air environnant, entrent par le couvercle d'aluminium dans le tube de verre, traversent le filet métallique qui sert d'entrée dans le cylindre d'aluminium, et provoquent une fluorescence diffuse sur l'écran placé au fond de ce cylindre.

» Dans ces nouvelles conditions de l'expérience, on obtient encore facilement la déviation magnétique de la tache lumineuse, mais toujours à condition que l'air soit raréfié dans le tube de verre, au moins jusqu'à $0^{mm},4$. Quand on pousse la raréfaction jusqu'à $0^{mm},006$, on améliore notablement le résultat et l'on constate que le pôle nord attire la tache lumineuse, tandis que le pôle sud la repousse. On trouve cependant une différence entre l'effet produit et celui que j'avais signalé dans ma Note du 5 juillet : la tache lumineuse reste maintenant toujours diffuse et ne semble

pas reprendre la forme et les dimensions plus ou moins exactes du diaphragme, même dans un vide de $0^{mm},006$.

» Pour constater que ce sont bien les rayons X qui produisent le phénomène, j'ai eu l'idée de recourir à leurs qualités radiographiques.

» Une plaque sensible a été introduite à l'intérieur d'une boîte en aluminium, placée elle-même dans un fort cylindre métallique avec une fenêtre couverte d'aluminium, afin de donner un facile accès aux rayons X; le tout était relié au sol et à une pompe à mercure. Ayant poussé le vide dans le cylindre jusqu'à $0^{mm},006$ et installé une ampoule de Crookes vis-à-vis de sa fenêtre, à une distance de 4^{cm}, j'ai obtenu, en vingt minutes, un excellent cliché radiographique.

» L'analogie des résultats de ces deux expériences étant complète, on ne peut pas révoquer en doute l'interprétation de la première, sans en faire autant de la seconde, où l'on s'adresse cependant au caractère essentiel des rayons X.

» Toutefois, les choses ne sont pas aussi simples, et je ne puis pas passer sous silence quelques détails très caractéristiques des phénomènes étudiés. Par exemple, dans l'expérience relatée au commencement de cette Note, il suffit de mettre en communication avec le sol le couvercle en aluminium du tube de verre, qui sert d'entrée aux rayons X, pour faire cesser l'effet lumineux du platinocyanure de baryum. Dans l'autre expérience, la communication des parties métalliques avec le sol n'empêche pas d'obtenir un excellent cliché radiographique. On en doit évidemment conclure que l'extinction du faisceau n'est pas totale dans le premier cas, et qu'il reste encore assez de rayons pour provoquer un effet bien net dans l'autre : les actions lumineuses faibles fatiguent l'œil et lui échappent, tandis qu'elles impressionnent de mieux en mieux la plaque sensible, pourvu que la pose soit suffisante.

» Cette particularité me conduit à mentionner les nombreuses expériences que j'ai faites à l'intérieur des tubes à décharge avec les rayons cathodiques, interceptés complètement dans leur passage par des plaques conductrices ou non conductrices (graphite, aluminium, laiton, carton, caoutchouc) avant d'atteindre l'écran luminescent. Dans ces conditions, j'ai toujours observé le phénomène d'illumination de l'écran sous l'action des rayons cathodiques, si les plaques interceptrices n'ont pas été reliées au sol; ou l'extinction de l'écran, si ces plaques ont été, d'une manière ou d'une autre, protégées contre les charges.

» Seulement avec des plaques en aluminium, épaisses de $0^{mm},00106$ à $0,00160$, l'écran perdait notablement de sa luminosité lorsque les plaques restaient en commu-

nication avec le sol; mais, en tout cas, il en gardait assez pour qu'on observât la tache lumineuse et ses déviations sous l'influence de l'aimant. Les déviations magnétiques sont inséparables des effets lumineux décrits; aussitôt que l'écran brille sous l'action des rayons cathodiques, même quand ceux-ci sont interceptés chemin faisant par une plaque de laiton épaisse de $2^{mm},67$, on constate les mouvements de va-et-vient provoqués par l'aimant.

» Outre ces mouvements caractéristiques des rayons cathodiques, on doit mentionner leur propriété de rendre les parois du tube en verre fluorescentes, partout où ils les rencontrent après leur déviation à l'aide de l'aimant.

» C'est dans ces derniers phénomènes que nous trouvons l'explication de nos expériences photographiques à l'intérieur du tube de Crookes (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 880 et t. CXXIII, p. 354), obtenues à travers le carton de $0^{mm},86$ et l'aluminium de $0^{mm},33$, quoique les rayons cathodiques purs, c'est-à-dire dépourvus de charges, n'excitent les effets lumineux qu'à travers des couches excessivement minces, si l'on en juge avec l'œil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action des rayons* X *sur la luminescence des gaz.* Note de M. A. DE HEMPTINNE.

« Un tube contenant un gaz à une faible pression devient lumineux sous l'action des vibrations électriques, il le devient à une pression beaucoup plus élevée lorsqu'on le soumet à l'action des rayons X. Les expériences qui ont pour but de montrer ces propriétés ont été faites au moyen de la disposition suivante :

» Un tube de verre, long d'environ $0^{m},80$ et gradué en millimètres, plonge par l'une de ses extrémités dans du mercure; l'autre extrémité du tube est terminée par une partie plus large A, longue d'environ $0^{m},10$ sur $0^{m},04$ de diamètre. Un robinet R surmonte l'appareil. La partie A se trouve placée entre deux plaques de zinc, qui ont $0^{m},15 \times 0^{m},05$; ces plaques sont reliées par des fils à deux boules de cuivre B, B'; ces boules, entre lesquelles jaillissent les étincelles, peuvent être rapprochées ou éloignées au moyen d'une vis micrométrique; les boules ont un diamètre d'environ $0^{m},01$; elles sont recouvertes d'une calotte en platine, elles sont également reliées aux extrémités des fils d'un transformateur de Tesla.

» Lorsque les étincelles jaillissent entre les boules B et B' d'une manière continue, pour une certaine distance explosive (4^{mm} dans le cas actuel) le gaz contenu dans le tube A devient lumineux à une certaine pression. On détermine celle-ci en diminuant progressivement de $0^{mm},5$ la pression dans le tube A. Si, en face du tube A et à une distance d'environ $0^{m},15$; on place une ampoule de Röntgen, on observe que, sous l'influence des rayons X, les gaz deviennent lumineux à une pression notablement

plus élevée. Cet effet est dû à l'action des rayons X et non à des vibrations électriques produites par l'ampoule; en effet, on observe les mêmes phénomènes lorsqu'on place entre l'ampoule et le tube A un grand écran en aluminium.

» Dans la première colonne du Tableau suivant, se trouvent les poids moléculaires des gaz; dans la seconde, la pression en millimètres de mercure à laquelle les substances deviennent lumineuses sous la simple action des vibrations électriques; dans la troisième, sous l'action de ces vibrations combinées à celle des rayons X; dans la quatrième, l'accroissement pour 100 produit par ces rayons.

Hydrogène	2	71	94	32,4
Oxygène	32	51	68	33,3
Alcool méthylique	32	17,5	27,5	57,1
Alcool éthylique	46	16,5	26	57,5
Éther	74	14	23	64,3
Chloroforme	119	10	18	80

» Comme il est facile de le constater, il n'y a là aucune relation bien précise. La seule remarque que l'on puisse faire, dans la limite de ces expériences, c'est que, pour les corps simples, l'accroissement pour 100 est sensiblement plus petit que pour les substances organiques; pour ces dernières, l'accroissement pour 100 augmente avec le poids moléculaire. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Composition des Pommes de terre.* Note de M. BALLAND.

« Le *Traité sur la culture et les usages de la Pomme de terre,* publié par Parmentier en 1789, mentionne douze variétés de Pommes de terre; on en compte aujourd'hui plus de quatre cents. C'est la plante alimentaire qui, en ce siècle, a pris le plus de développement et a eu le plus grand rôle dans l'économie des sociétés modernes. La production qui était, en France, de 42 millions de quintaux en 1852, atteignait 100 millions en 1882 et dépassait 129 millions en 1895. Nous récoltons plus que nous ne consommons. Nos exportations se font de préférence sur l'Angleterre, le Brésil, la Turquie, le Portugal et la Suisse; elles représentent une valeur de 8 millions de francs.

» Les analyses effectuées sur les principales variétés (*Early rose de Bourgogne, de Bretagne; Hâtive Saint-Jean; Hollande d'Auvergne, de Bourgogne, du Gâtinais; Institut de Beauvais; magnum bonum; mille-yeux; rosace d'Al-*

lemagne; royale bleue; saucisse rouge; vitelotte, etc.) ont présenté les écarts suivants :

Composition centésimale des Pommes de terre.

		Eau.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières sucrées et amylacées.	Cellulose.	Cendres.	Poids du tubercule.
								gr
A l'état normal.	Au minimum.	66,10	1,43	0,04	15,58	0,37	0,44	23,0
	Au maximum.	80,60	2,81	0,14	29,85	0,68	1,18	420,0
A l'état sec....	Au minimum.	»	5,98	0,18	80,28	1,40	1,66	»
	Au maximum.	»	13,24	0,56	89,78	3,06	4,38	»

» La proportion d'eau est indépendante de la grosseur des Pommes de terre et de la variété. Elle paraît étroitement liée à la nature du sol; c'est ainsi qu'une même variété, l'Early rose, a donné 80,50 pour 100 d'eau en Bourgogne et 67,50 pour 100 en Bretagne, soit une différence de 13 pour 100 ([1]). Il est à remarquer que, dans ce cas, on a obtenu la même quantité de matière azotée dans les Pommes de terre à l'état sec; mais ce n'est pas une règle générale : pour d'autres variétés, cultivées en terrains différents, on peut avoir de grands écarts. Voici, sur ce point, quelques indications plus précises, qui prouvent également que la matière azotée est loin d'être uniformément répartie dans toutes les variétés.

	Eau pour 100.	Matière azotée pour 100 à l'état normal.	Matière azotée pour 100 à l'état sec.
Hollande de Pontoise	80,60	2,57	13,24
» d'Auvergne	77,90	1,83	8,28
» du Gâtinais	73,60	1,78	6,78
Rosace d'Allemagne (Loiret)	79,10	2,12	10,16
Hâtive Saint-Jean du Gâtinais	66,10	2,81	8,28
Royale bleue (Nord)	72,80	2,25	8,28
Mille-yeux (Château-Thierry)	75,50	1,93	7,89
Hâtive ronde du Gâtinais	75,40	1,85	7,52
Vitelotte du Gâtinais	77,90	1,66	7,52
Early rose (Bourgogne)	80,50	1,46	7,52
» (Bresse)	80,00	1,43	7,13
» (Bretagne)	67,50	2,32	7,13

([1]) D'après les analyses de Parmentier (*loc. cit.*, p. 175), une livre de Pommes de terre contient *onze onces et demie* d'eau de végétation, soit $72^{gr},10$ pour 100^{gr}, l'ancienne livre étant représentée par 489^{gr}, et l'once, par $30^{gr},57$. C'est encore la moyenne admise aujourd'hui.

	Eau pour 100.	Matière azotée pour 100	
		à l'état normal.	à l'état sec.
Magnum bonum (Bretagne)	73,10	1,82	6,75
Saucisse rouge (Nièvre)..........	76,90	1,56	6,75
Saucisse du Gâtinais	73,60	1,58	5,98
Institut de Beauvais (Bresse)	72,70	1,63	5,98

» Les cendres contiennent généralement des traces de manganèse. L'acidité totale oscille entre 0,072 et 0,250 pour 100.

» Les petites Pommes de terre nouvelles ne diffèrent pas, par leur composition, des grosses Pommes de terre qui ont atteint tout leur développement. La proportion des enveloppes extérieures dans ces tubercules n'est que de 3 pour 100; elles contiennent 12,50 pour 100 de cellulose à l'état sec, soit 2,85 pour 100 à l'état ordinaire, c'est-à-dire environ sept fois plus que dans la Pomme de terre entière.

» Les Pommes de terre cuites à l'eau conservent, à peu près, leur poids primitif. Les Pommes de terre frites (à la graisse ou à l'huile) retiennent environ 38 pour 100 d'eau et 7 à 9 pour 100 de matière grasse. Celles que l'on vend couramment dans les rues de Paris, laissées, comme l'on sait, plus ou moins longtemps sur un égouttoir exposé à la chaleur, ne renferment que 4 pour 100 de graisse. Dans 3^{kg} de Pomme de terre, avant ou après cuisson à l'eau, représentant approximativement 1200^{gr} de Pommes de terre frites et 700^{gr} de Pommes de terre entièrement desséchées, il y a donc, à peu près, autant de matières azotées et amylacées que dans 1^{kg} de pain blanc ordinaire. »

M. **Balland** adresse une nouvelle Note « Sur l'essai des ustensiles en aluminium ».

M. **A. Casamian** adresse une Note relative à l'emploi de la solution d'iode dans l'iodure de potassium, pour distinguer les cyanures des autres genres de sels.

M. **A. Levat** adresse une Note relative à l'action coagulante du suc d'artichaut sur le lait.

M. **E. Dérlon** adresse, par l'entremise de M. Chatin, une Note relative

à l'apparition d'un bolide qu'il a observé à Fontenoy (Aisne) le 28 août dernier, vers 8 heures du soir.

Ce bolide, d'un très grand éclat, se dirigeait du NE au SW. On n'a pu le suivre que sur une assez petite partie de sa trajectoire. Il a disparu sans qu'aucun bruit ait été perçu, bien que le temps fût très calme.

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 septembre 1897.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. T. XII. Septembre 1897. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Tome II. N° 8. Août 1897. Paris, Chamerot et Renouard; in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844. Tome quatre-vingt-huitième [Ire et IIe Partie (nouvelle série)]. Paris, Imprimerie nationale, 1897; 2 vol. in-4°.

Les fours électriques et leurs applications, par Ad. Minet. Paris, Gauthier-Villars et fils, Masson et Cie; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Les animaux pliocènes du Roussillon, par Ch. Depéret. (Extrait des Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie). Tome VII, fasc. IV (Ire Partie). Lille, Le Bigot frères, 1897; 1 fasc. in-4°.

Annales des Ponts et Chaussées. Ire Partie, 1897, 2e trimestre. Paris, P. Vicq-Dunod et Cie; 1 vol. in-8°.

Journal du Ciel (couronné par l'Académie des Sciences), Bulletin de la Société d'Astronomie. Directeur: Joseph Vinot. Troisième série, octobre 1897; in-4°.

The scientific Papers of John Couch Adams, professor of Astronomy and Geometry in the University of Cambridge. Vol. I. Cambridge, 1896; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 SEPTEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. d'André adresse la description d'un coup de foudre qui a détruit le château d'Aubussargues (Gard), dans la nuit du 14 au 15 août 1897.

La foudre aurait débuté, d'après un témoin oculaire, par un globe lumineux de la grosseur d'un baril de 20^{lit}, tombé sur la plus haute cheminée du château, et se serait rendu finalement dans un réservoir d'eau, après avoir causé les plus grands dégâts.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. H. Tarry adresse une Note intitulée : « Tables météorologiques. Applications aux diagrammes des instruments enregistreurs ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

M. **Moufflet** adresse un projet d'aérostat, mû par des propulseurs.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Chantron** adresse une Note « Sur le vol des oiseaux ».

(Renvoi à l'examen de M. Marey.)

CORRESPONDANCE.

La **Ligue ornithologique française** informe l'Académie qu'un Congrès ornithologique international s'ouvrira à Aix, le 9 novembre 1897.

PHYSIQUE. — *Sur les déformations permanentes du verre et le déplacement du zéro des thermomètres.* Note de M. **L. Marchis**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note insérée récemment aux *Comptes rendus* [1] nous avons indiqué les principaux points d'une théorie encore inédite de M. Duhem sur les déformations permanentes; nous avons fait une application des théorèmes de M. Duhem à un cas simple, celui où l'on suppose que le thermomètre ne sort pas de la région des variations séculaires de la dureté.

» Proposons-nous maintenant d'étudier le problème suivant : Un thermomètre est dans un état tel que, dans le plan TOv, son point figuratif décrive le cycle fermé $S_0 S'_0$ relatif aux deux températures T_0 et T_1, T_0 étant plus petit que T_1. On porte le thermomètre à une température T_2 supérieure à T_1 : on suppose que, dans le plan TOx, le point figuratif sorte de la région des variations séculaires de la dureté. Cette *perturbation* étant produite, on fait de nouveau osciller le thermomètre entre les températures T_0 et T_1 ; on obtient un cycle fermé $S_1 S'_1$. Comment sera placé ce dernier cycle par rapport au premier ?

» Divers cas sont à distinguer :

» 1° Pendant la perturbation et dans le plan TOx, le point figuratif entre dans la région des *recuits modérés*.

---

(1) *Comptes rendus*, 2 août 1897.

» Le cycle $S_1 S'_1$ est dans le plan TOv *au-dessous* du cycle $S_0 S'_0$: le zéro du thermomètre est *monté*. On dit que le thermomètre s'est *recuit*.

» 2° Pendant la perturbation et dans le plan TOx, le point figuratif entre dans la région des *trempes modérées*.

» Le cycle $S_1 S'_1$ est dans le plan TOv *au-dessus* du cycle $S_0 S'_0$: le zéro du thermomètre est *descendu*, ou, comme on dit encore, s'est *déprimé*. On exprime ce fait en disant que le thermomètre s'est *trempé*.

» Je n'ai trouvé dans aucun travail paru jusqu'ici la mention de cette ascension du cycle limite : elle représente cependant une des lois importantes qui régissent les modifications permanentes du verre.

» 3° Si l'on reproduit un très grand nombre de fois l'opération complexe qui précède (perturbation suivie d'une série d'oscillations) on parvient à ce que, dans une publication antérieure, nous avons appelé la *limite des limites* (1) pour la modification considérée. Il faut d'ailleurs remarquer que, comme toutes les limites dont nous avons déjà parlé, cette limite des limites est susceptible de se déplacer par suite des variations séculaires de la dureté.

» L'étude des basses températures m'a conduit à l'observation d'un autre fait entièrement nouveau. Considérons un thermomètre qui a longtemps oscillé entre les températures T_0 et T_1 et qui, par suite, est parvenu à un cycle limite ne se déplaçant plus que par variation séculaire. Abandonnons cet instrument pendant quelques mois à la température ordinaire : ce sera, par exemple, une température oscillant entre 15° et 20°; puis faisons osciller de nouveau le thermomètre entre les températures T_0 et T_1 : supposons qu'il revienne sensiblement à son état primitif avant le séjour à la température ordinaire et, en particulier, qu'il se soit recuit légèrement. Déterminons l'effet produit par la première oscillation : nous constatons que le zéro est descendu plus que ne le veut la théorie où v est la seule variable à hystérésis.

» Comme ici la dureté x peut être considérée comme négligeable, on ne peut expliquer ce nouveau fait qu'en faisant l'hypothèse suivante : l'état d'un thermomètre dépend non seulement des variables v et x, mais encore d'une troisième variable y. Cette dernière se distingue de la dureté x en ce que sa variation présente les mêmes caractères que la variable v, c'est-à-dire qu'elle n'est pas susceptible de variations séculaires; mais le cycle

(1) L. Marchis, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 16 novembre 1896.

fermé limite *d'aire finie* qui correspond au cycle $S_0S'_0$, au lieu d'être *sinistrorsum* comme ce dernier est *dextrorsum*.

» On se trouve en présence de modifications permanentes analogues à celles que présentent les aciers au nickel, si bien étudiés récemment par M. Ch.-Ed. Guillaume [1]. J'ajouterai, en terminant, que le coefficient d'hystérésis de cette variable va en diminuant rapidement lorsque la température s'élève : l'effet de cette variable cesse donc de se faire sentir dès que la température est un peu élevée. Nous proposons de donner à cette variable y le nom de *variable classique de seconde espèce*, réservant à la variable v le nom de *variable classique de première espèce*. Ces dénominations nous sont suggérées par les mots de *tensions de première et de seconde espèces*, dont parle M. Ch.-Ed. Guillaume [2] dans son excellent *Traité de la Thermométrie de précision* [3]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation électrolytique du nickel et du cobalt d'avec le fer. Application au dosage du nickel dans les aciers.* Note de M. **O. Ducru**, présentée par M. C. Friedel. (Extrait.)

« I. La séparation rigoureuse du nickel et du cobalt d'avec de grandes quantités de fer présente des difficultés assez notables; le grand nombre de méthodes publiées jusqu'à ce jour montre qu'aucune solution n'est réellement satisfaisante.

» Depuis quelques années, les aciers au nickel ont pris dans l'industrie une place importante; une méthode rapide et précise, pour la détermination du nickel dans ces alliages, présente donc un certain intérêt. Dans sa magistrale étude sur les *Méthodes d'analyse des fers, des fontes et des aciers*, M. Ad. Carnot donne la préférence à la méthode de Rothe : cette méthode, imaginée également en France par M. Hanriot, repose sur la séparation, au moyen de l'éther, du chlorure ferrique en solution acide. Dernière-

---

(1) Ch.-Ed. Guillaume, *Recherches sur les aciers au nickel* (*Comptes rendus*, t. CXXIV, 28 juin 1897).

(2) Ch.-Ed. Guillaume, *Traité pratique de la Thermométrie de précision*, p. 139 et 140.

(3) Laboratoire de Physique théorique de la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux.

ment, M. Pinuera a modifié ce mode de séparation : il emploie, à basse température, de l'éther saturé d'acide chlorhydrique ([1]).

» II. Il est facile d'arriver au même résultat au moyen de l'électrolyse, en s'appuyant sur la remarque suivante : si l'on précipite par l'ammoniaque en excès une solution ferrique contenant par exemple du nickel, une partie de ce métal reste en dissolution, tandis qu'une proportion notable est entraînée par l'hydrate ferrique ([2]). Toutefois, si l'on soumet à l'électrolyse la liqueur ammoniacale tenant en suspension le précipité, on peut obtenir sur la cathode le dépôt intégral du nickel. La séparation n'est pas absolument rigoureuse : presque toujours une très petite quantité de fer se dépose également sur la cathode; mais, dans des conditions convenables, cette quantité oscille aux environs de 1^{mg} ou 2^{mg}, alors que le fer en présence peut atteindre 400^{mg} ou 500^{mg}. Pour des expériences précises, il est donc nécessaire de faire une correction au poids du métal déposé, ce qui se fait facilement par dissolution dans l'acide chlorhydrique et, après peroxydation, précipitation par l'ammoniaque.

» III. L'emploi de la solution nitrique, qui, dans des conditions analogues, a permis à M. Riche ([3]) de séparer le cuivre du fer, présente certains inconvénients. Il en est de même de la solution chlorhydrique. On obtient de bons résultats en opérant sur la solution sulfurique, additionnée de sulfate d'ammoniaque. Voici le mode opératoire :

» La solution contenant le nickel et le fer au maximum, additionnée, s'il y a lieu, d'un léger excès d'acide sulfurique, est évaporée à sec. On reprend par le moins d'eau possible, on ajoute 5^{gr} à 10^{gr} de sulfate d'ammoniaque, et l'on chauffe jusqu'à l'obtention d'une liqueur limpide. Cette liqueur est versée, en agitant, dans le creuset de l'appareil de M. Riche, dans lequel on a placé 60^{cc} à 70^{cc} d'ammoniaque concentrée. On procède alors à l'électrolyse.

» On emploie, comme source d'électricité, deux ou trois accumulateurs montés en tension, de manière à régler entre 1,5 et 2,5 ampères l'intensité du courant de début ([4]). Dans ces conditions, en moins de quatre heures, le nickel est entièrement déposé.

([1]) E. Pinuera, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 124; 1897.

([2]) Cette proportion s'élevait à 27 pour 100 pour le nickel, à 48 pour 100 pour le cobalt, dans des expériences rapportées par Baumhauer (*Archives néerlandaises*, t. VI; 1870). Elle peut, dans certains cas, être encore plus considérable.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIII, p. 528; 1878.

([4]) Soit 25 à 45 milli-ampères environ par centimètre carré pour la partie utile de la cathode, en supposant, comme première approximation, la densité du courant uniforme.

» IV. La méthode a été contrôlée au moyen de solutions titrées de fer et de nickel ; voici quelques-uns des résultats obtenus :

	Fer.	Ni ajouté.	Métal déposé.	Correction (fer).	Ni retrouvé.	Différence.
	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	
1......	404,2	29,8	30,8	1,0	29,8	0,0
2......	269,5	74,6	75,9	1,3	74,6	0,0
3......	269,5	149,2	150,1	0,8	149,3	+0,1

» Le même procédé s'applique également au cobalt.

	Fer.	Co ajouté.	Métal déposé.	Correction (fer).	Ni retrouvé.	Différence.
4......	404,2	62mgr,5	63mgr,4	1mgr,9	61,5	—1,0

» V. *Dosage du nickel dans les aciers.* — On attaque 250mgr à 300mgr par l'eau régale, dans une capsule de porcelaine. L'attaque terminée, on ajoute 1cc d'acide sulfurique et l'on évapore à production de fumées blanches. On continue ensuite comme ci-dessus.

» Voici les résultats obtenus dans l'analyse d'une série d'aciers dont la teneur en nickel variait de 1 à 50 pour 100.

	Teneur approximative pour 100.	Prise d'essai.	Métal déposé.	Teneur approchée pour 100.	Correction.	Teneur corrigée pour 100.	Teneur vraie pour 100.
		mgr	mgr		mgr		
5....	1	256,5	3,1	1,21	0,35	1,07	1,00
6....	10	434,0	44,1	10,16	0,7	10,00	10,00
7....	20	297,5	59,7	20,10	1,1	19,75	20,00
8....	25	295,9	76,6	25,95	0,5	25,75	25,55
9....	50	230,7	114,8	49,80	1,35	49,40	49,57

» L'examen du Tableau montre que, dans la pratique industrielle, il sera le plus souvent inutile de faire la correction ; on aura une approximation suffisante en comptant comme nickel le poids total du métal déposé ; les résultats ainsi obtenus, inscrits dans la colonne *Teneur approchée*, sont exacts à moins de 0,5 pour 100 près ([1]).

» La détermination du nickel dans un acier à teneur quelconque peut ainsi s'effectuer en quelques heures.

» VI. L'expérience montre qu'il est inutile de séparer le silicium et le

---

([1]) Le cobalt, s'il en existe, est ainsi compté comme nickel, suivant l'usage industriel ; la petite quantité de cuivre (1 à 2 millièmes) que renferment généralement les aciers au nickel, est sans influence.

carbone; les petites quantités de manganèse ([1]) et de phosphore que renferment les aciers, non plus que la présence du chrome ([2]), n'empêchent pas l'emploi de la méthode, mais on retrouve à peu près constamment sur la cathode des traces de manganèse avec celles de fer.

» Pour obtenir une correction exacte, on précipite à la fois les deux métaux, en ajoutant, comme l'a indiqué M. Ad. Carnot, un peu d'eau oxygénée à la solution du métal déposé, sursaturant par l'ammoniaque et portant à l'ébullition. Comme les coefficients de transformation $\frac{Fe}{Fe^2O^3} = 0,700$ et $\frac{Mn}{Mn^3O^4} = 0,721$ sont assez voisins, on ne commet pas d'erreur appréciable en appliquant l'un quelconque d'entre eux à un poids d'oxydes d'environ 2^{mgr}. C'est ainsi qu'ont été obtenus les nombres de la colonne *Correction*.

» VII. Il y a lieu, enfin, de remarquer que, quoique en minime proportion, le fer déposé sur la cathode se trouve à deux états différents. En dissolvant le métal déposé sur la cathode par l'acide chlorhydrique étendu et chaud, on obtient une solution qui renferme des traces de fer. D'autre part, il subsiste un très faible résidu noir qui ne s'attaque pas par l'acide chlorhydrique, même concentré, mais qui se dissout à l'ébullition, lorsqu'on ajoute un peu d'acide azotique; la solution dans l'eau régale de ce résidu noir donne les réactions des sels ferriques. La faible quantité que j'ai pu en obtenir (environ $0^{mgr},4$ au maximum) ne m'a pas permis d'en pousser plus loin l'étude.

» J'ai, enfin, constaté qu'il suffit d'une très faible proportion d'acide chromique, dans une solution ammoniacale de nickel, pour empêcher le dépôt électrolytique du métal, qu'il y ait ou non du fer en présence. Je me propose de revenir ultérieurement sur ce point. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Les fonctions de la glande thyroïde.* Note de M. E. de Cyon.

« La suite de mes expériences sur les rapports physiologiques entre les nerfs du cœur et la glande thyroïde ([3]) m'a permis de déterminer deux importantes fonctions de cet organe.

([1]) L'acier indiqué sous le n° 6 a donné : Mn, 0,52 pour 100; Ph, traces.
([2]) L'acier porté sous le n° 7 contenait 2,80 pour 100 de chrome.
([3]) *Comptes rendus*, 28 juin 1897.

» Une grande partie de mes expériences a été consacrée à la mensuration directe de la pression sanguine dans les artères thyroïdiennes et de la vitesse de la circulation dans les veines, ainsi qu'à l'étude des modifications que l'excitation des nerfs cardiaques et des nerfs thyroïdiens apporte dans la circulation du sang et l'écoulement de la lymphe de la glande thyroïde. D'autres expériences, comme la section de certains nerfs du cœur et l'extirpation des glandes thyroïdes, ont été entreprises afin d'observer les changements que ces opérations produisent dans le fonctionnement normal de ces organes.

» Les nerfs de la glande thyroïde possèdent une double origine : les deux nerfs laryngiens fournissent à la glande les nerfs vaso-dilatateurs; le ganglion cervical supérieur et le sympathique du cou, les vaso-constricteurs. La distribution anatomique de ces nerfs varie considérablement, aussi bien chez le chien et le cheval que chez le lapin.

» La plupart des animaux soumis aux expériences dans le laboratoire de Berne sont atteints de goitres; on rencontre parmi eux les formes variées de cette affection endémique dans le pays. Cette circonstance particulière a, sur plusieurs points spéciaux, beaucoup facilité mes recherches.

» Voici les principales conclusions de mon étude :

» 1. L'iodothyrine produite dans la glande thyroïde est destinée, en première ligne, à activer le fonctionnement des centres nerveux qui régularisent les battements du cœur et la circulation du sang. *La fonction de la glande thyroïde consiste à transformer les sels de l'iode, parvenus dans le sang, en une combinaison organique, l'iodothyrine, et à débarrasser ainsi ces centres nerveux d'une substance toxique excessivement dangereuse.*

» En effet, les expériences exécutées sous ma direction par le Dr Barbera, de Bologne, viennent de démontrer que *l'iode exerce une action paralysante sur les centres des nerfs dépresseurs et pneumogastriques. L'action tout opposée de l'iodothyrine ne dépend donc pas de l'iode qu'elle contient.*

» 2. Cette fonction des glandes thyroïdes se trouve dans la dépendance directe du cœur. *Par l'intermédiaire des filets nerveux qu'il envoie aux deux laryngiens, le cœur dirige lui-même la production de l'iodothyrine indispensable à son fonctionnement normal.*

» 3. *Les corps thyroïdes, situés à l'entrée des artères carotides, dans la boîte cranienne, constituent des appareils destinés à protéger le cerveau contre les dangers des subits afflux de sang,* que ces afflux soient provoqués par l'exagération du travail du cœur ou par un rétrécissement notable des voies de circulation.

» Les glandes thyroïdes forment ainsi une sorte de circuit secondaire de faible résistance.

» 4. *Cette fonction préservatrice des glandes thyroïdes est également dominée par le cœur.* En provoquant une forte dilatation des vaisseaux thyroïdiens, le cœur intervient de deux manières dans la sauvegarde des organes cérébraux : (*a*) en ouvrant, pour ainsi dire, les écluses en cas de danger *subit;* (*b*) en augmentant la production de l'iodothyrine dans les cas de danger *persistant.*

» Le thymus, situé à proximité des artères vertébrales, les glandes supplémentaires qui se trouvent à côté des organes vitaux enfermés comme les reins et les testicules dans des gaines solides, ainsi que les hypophyses, remplissent très probablement des fonctions préservatrices analogues à celles de la glande thyroïde, et cela, soit à l'aide de leurs produits spéciaux, soit grâce à des dispositions favorables de leur système vasculaire.

» Ce n'est pas le moment de développer les conséquences pathologiques que doivent forcément amener les troubles dans les fonctions des corps thyroïdes, telles que je viens de les établir. Il me paraît pourtant utile d'indiquer dès à présent deux points importants pour le traitement du goitre, qui résultent directement de mes recherches. Dans la forme vasculaire et hyperémique de cette affection, il faut soigneusement éviter l'emploi de l'iodothyrine; par contre, l'emploi interne de l'iode est tout indiqué. Au contraire, l'emploi de l'iodothyrine et des extraits des glandes thyroïdes sera très salutaire dans les cas d'atrophie et de cachexie strumiprive.

» En cas de danger immédiat, la section des nerfs dépresseurs, dans les formes vasculaires du goitre, et celle des nerfs sympathiques, dans les formes atrophiques, pourraient être tentées. Mais dans ces dernières formes du goitre, l'extirpation de la glande sera toujours d'une efficacité plus immédiate et aussi plus durable que la section des nerfs sympathiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la respiration du* Carcinus Mœnas *Leach.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Edmond Perrier [1].

« Les *Carcinus Mœnas,* si communs sur nos côtes, en particulier sur les côtes de Normandie, où on les appelle des *Crabes enragés,* et où je viens de

---

[1] Travail fait au laboratoire maritime du Muséum, à Saint-Vaast-la-Hougue.

les observer journellement depuis plus d'un mois, ont des conditions d'existence très variées, connues de tous. Il en est qui s'enfouissent plus ou moins dans la vase; à marée basse, on les trouve cachés sous les pierres ou enfoncés dans le sable; sur les plages, ils courent avec rapidité, vivant autant dans l'air que dans l'eau; dans les laboratoires, on les conserve en vie dans des cristallisoirs pendant des temps fort longs : j'en ai vu qui ont résisté plus d'un mois dans une eau non renouvelée, au milieu de bêtes mortes et d'algues pourries.

» En recherchant l'influence de l'habitat sur la respiration de ce Crabe, j'ai été amené à observer un phénomène curieux qui, jusqu'ici, n'a été, à ma connaissance, signalé par personne : la faculté de renverser pour un temps plus ou moins long le sens de la circulation de l'eau dans la chambre branchiale.

» Depuis les observations mémorables d'Audouin et de Milne-Edwards sur le Maia et les gros Crabes de nos côtes, on a toujours répété, avec ces auteurs, que l'eau entre par un point particulier situé en avant des pattes antérieures, parcourt la chambre branchiale d'arrière en avant, pour sortir par des orifices situés à la limite antérieure du cadre buccal, et que le courant est déterminé par le scaphognathite de la mâchoire [1]. C'est, en effet, ce que l'on observe dans les conditions les plus fréquentes chez les Crabes. Chez le *Carcinus Mœnas*, par suite d'une modification des mouvements du scaphognathite, le sens du courant peut venir à changer [2].

» L'observation est facile à répéter; il suffit de placer un Crabe dans un cristallisoir contenant juste la quantité d'eau nécessaire pour le recouvrir; le Crabe ne tarde pas, en général, à se dresser sur l'arrière de son corps, de manière à faire émerger son front et les orifices dits *expirateurs*; alors tantôt on voit l'eau continuer à sortir par ces orifices, tantôt au contraire, et cela parfois pendant de longues périodes de temps, des bulles d'air sortent d'une façon continue par les orifices dits *inspirateurs* devenus expirateurs, l'air entre naturellement par les orifices émergés; pendant cette dernière période les épipodites peuvent rester immobiles, et j'ai pu voir le mouvement du scaphognathite se modifier. Ainsi donc par le fait du scaphognathite, à une circulation d'eau directe succède une circulation d'air inverse; sans doute une partie de l'oxygène de l'air est absorbée en nature, une autre se dissout dans l'eau contenue encore dans la cavité branchiale.

---

(1) Haan seul a soutenu le contraire, à savoir que le courant allait dans la chambre branchiale d'avant en arrière, et M. Garstang d'Oxford, il y a un an, dit nettement qu'il s'est trompé.

(2) Ce qui explique l'observation de Haan.

» L'expérience réussit d'autant mieux que le Crabe est plongé dans une eau moins propre à la respiration. Le renversement de la circulation de l'eau a un avantage physiologique notable pour l'animal : au lieu de se fatiguer inutilement à faire circuler dans la chambre branchiale de l'eau mal aérée, ou insuffisante d'une façon quelconque pour la respiration, celui-ci emploie l'énergie des muscles moteurs du scaphognathite à faire pénétrer de l'air dans la chambre branchiale, à aérer l'eau qui baigne ses branchies.

» Dans la nature, les avantages du renversement se font souvent sentir; lorsque, par exemple, le Crabe vit sur un fond boueux, il peut absorber de l'air au lieu d'une eau bourbeuse qui chargerait de limon ses branchies, ou tout au moins l'eau de la surface toujours plus pure que dans la profondeur. J'ai répété ces conditions expérimentalement et j'ai constaté, en mêlant du carmin à l'eau pour mettre en évidence les courants respiratoires, qu'il en est ainsi.

» Or voilà des faits qui rappellent les phénomènes qui se passent chez le *Corystes*, ce Crabe qui s'enfouit le jour dans le sable, et dont le mécanisme de la respiration a fait récemment l'objet d'un joli Mémoire de M. Garstang, d'Oxford; le renversement, dit l'auteur, se produit le jour, c'est-à-dire lorsque le Crabe est enfoui. M. Garstang n'a pas cherché la raison de ce renversement et a laissé le fait isolé, sans explication. L'explication physiologique que je viens de donner pour le *Carcinus Mœnas* s'applique évidemment au *Corystes*. J'ajouterai que le fait du renversement n'est pas spécial à ces deux espèces de Crabes; partout où je l'ai cherché chez les Crabes je l'ai trouvé, chez les Portunes, d'une différenciation moyenne comme les Carcins, et chez les *Hyas* ou les *Maïa*, si spécialisés et à genre de vie si différent des précédents; chez ces derniers, les périodes de renversement ne durent jamais plus de quelques secondes (¹). Comme ici le genre de vie ne peut expliquer le renversement, j'en ai cherché l'origine parmi les ancêtres des Crabes ou les proches parents de ceux-ci. Je l'ai observé chez les Palémons, comme chez les larves *Megalopa* et chez l'Écrevisse; lorsque l'on place une Crevette dans de l'eau chargée de carmin, on voit de temps en temps des jets de carmin sortir par le bord inférieur de la carapace, par où se fait d'habitude l'inspiration; dans ces instants, grâce au renversement du mouvement du scaphognathite, il se produit, dans la chambre branchiale, une véritable chasse d'eau d'avant en arrière qui

(¹) Mais chez aucun de ces Crabes le renversement du mouvement du scaphognathite ne produit spontanément l'entrée de l'air dans la chambre branchiale.

rejette au dehors tous les corps étrangers qui l'encombraient. Il en est de même de l'Écrevisse. Le renversement de la circulation de l'eau est donc un fait phylogénétiquement très ancien, et il doit se rencontrer chez les Pénéidés, comme chez les Crevettes et les Homards leurs descendants; chez les formes nageuses comme chez les formes marcheuses, le renversement n'a d'autre but que de produire des chasses d'eau en sens inverse du courant normal pour nettoyer la chambre branchiale. Chez des Crabes comme les *Maïa*, où le nettoiement se produit par d'autres mécanismes, le renversement se retrouve comme un souvenir ancestral, mais chez les formes fouisseuses, les *Corystes*, et d'autres sûrement, le renversement de la circulation s'accentue au contraire et permet l'adaptation des formes marcheuses à ce nouveau mode de vie; chez le *Carcinus Mœnas*, il permet la vie dans des habitats insalubres, par l'introduction dans la chambre branchiale d'air à une pression même supérieure à la pression atmosphérique [1]. »

M. Émile Viard adresse une « Nouvelle théorie des couleurs ».

M. Briottet adresse une Note intitulée : « Réflexions sur la chaleur et l'atmosphère ».

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

---

[1] Ce fait du renversement m'a paru avoir sa portée pour la compréhension des adaptations chez les Décapodes; M. Bouvier, qui m'a prodigué ses savants conseils dans mes recherches sur ce groupe qu'il connaît si merveilleusement, a signalé, il y a quelques années, un fait du même ordre : il a expliqué les adaptations de ces Crustacés à la vie terrestre par une disposition anatomique et physiologique ancestrale, à savoir le *cercle annexe de la circulation* (circulation particulière de la carapace).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'hypocycloïde à trois rebroussements.* Note de M. PAUL SERRET.

« 4. THÉORÈME IV. — *Six droites* $T_1, \ldots, T_6$ *étant tracées dans un même plan, les centres des coniques inscrites à cinq de ces droites font toujours six points d'une même conique* S *qui se réduit à un cercle si les droites données sont tangentes à une même hypocycloïde.* La conique S, ou le cercle qui la remplace, représente d'ailleurs, dans tous les cas, le lieu général du centre des coniques

$$(\mu) \qquad 0 = \sum_1^6 \lambda_1 T_1^2 \equiv \alpha x^2 + 2\beta xy + \gamma y^2 + \ldots$$

dérivées, en nombre infini, de l'hexagone $(T_1, \ldots, T_6)$.

» Nous établirons d'abord le lemme suivant :

» *La conique*

(*m*) $$o = \sum_1^5 l_1 T_1^3 \equiv \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1$$

dérivée du pentagone $(T_1, \ldots, T_5)$ *et la conique inscrite à ce pentagone ont le même centre*.

» Désignant, en effet, par Z une droite quelconque, considérons la conique auxiliaire (A, B) *dérivée du pentagone* $(T_1 \ldots T_5)$ *et de la droite* Z, conformément à l'identité générale

(M) $$o = \sum_1^5 l'_1 T_1^3 \equiv \left(\frac{X^2}{A^2} + \frac{Y^2}{B^2} - 1\right) Z.$$

» La première polaire du point p

(p) $$o = Z' = T'_5, \quad T'_1, \ldots, T'_4, \quad X', Y',$$

par rapport à la cubique (M), étant représentée par l'une ou l'autre des équations

(M′) $$o = \sum_1^4 l'_1 T'_1 T_1^2 \equiv 2\left(\frac{XX'}{A^2} + \frac{YY'}{B^2} - 1\right) Z,$$

il résulte aussitôt, de cette double représentation, que la droite Z et la polaire du point p par rapport à la conique (A, B) divisent harmoniquement chacune des diagonales du quadrilatère $(T_1 \ldots T_4)$.

» Posons maintenant $Z \equiv 1$: *la droite Z disparaît à l'infini avec le pôle p*, les coniques (A, B) et (a, b) se confondent; et la polaire du point p par rapport à (A, B) se transforme, d'une part, en un *diamètre* de (a, b); d'autre part, en la médiane même du quadrilatère $(T_1 \ldots T_4)$, ou en un *diamètre* de la conique inscrite au pentagone $(T_1 \ldots T_5)$. La conique inscrite au pentagone $(T_1 \ldots T_5)$ et la conique (a, b), dérivée de ce pentagone, ont cinq diamètres communs, et leurs centres se confondent.

» Ce lemme établi, le théorème IV devient évident. Les coniques (μ), dérivées de l'hexagone $(T_1 \ldots T_6)$, forment un faisceau : *le lieu de leurs centres est une conique déterminée* S. D'autre part, six des courbes (μ), qui correspondent aux hypothèses successives $o = \lambda_1 = \lambda_2 = \ldots = \lambda_6$, ne sont autres que les coniques dérivées du pentagone $(\overline{23456})$, (34561), ..., et leurs centres respectifs, ou *les centres mêmes des coniques inscrites à ces pentagones, font six points de* S : c'est la première partie de l'énoncé.

» Actuellement, *si les droites* $T_1, \ldots, T_6$ *font six tangentes d'une hypocy-*

cloïde : en vertu de notre théorème fondamental ([1]), six des courbes (μ), donc toutes les courbes (μ) sont des équilatères; et, par une proposition connue, *le lieu* S *de leurs centres est un cercle;* c'est la seconde partie de l'énoncé.

» 5. Théorème V. — *Étant données sept droites quelconques* $T_1, \ldots, T_7$, *les courbes* $S_1, S_2, \ldots, S_7$, *lieux du centre des coniques dérivées cubiquement de six quelconques de ces droites, se coupent suivant les trois mêmes points.*

» Soient, en effet,

» S_h le lieu du centre des coniques dérivées des sept droites *moins* la droite T_h;

» S_i le lieu du centre des coniques dérivées des sept droites *moins* la droite T_i.

» Ces deux courbes se coupant en quatre points, dont l'un en évidence, qui n'est autre que le centre de la conique dérivée du pentagone formé des sept droites données, *moins* les deux T_h, T_i, négligeons ce premier point; et, désignant par O l'un quelconque des trois autres points communs à nos deux courbes, menons par O deux axes quelconques Ox, Oy.

» Situé à la fois sur S_h et sur S_i, le point O servira de centre commun à *deux coniques* (*dérivées,* la première, de l'hexagone formé des sept droites données moins la droite T_h; la seconde, de l'hexagone formé de ces mêmes sept droites moins la droite T_i) *et représentées,* respectivement, par les équations

$$0 = -l_h T_h^3 + \sum_1^7 l_1 T_1^3 \equiv ax^2 + 2bxy + cy^2 + f,$$

$$0 = -l'_i T_i^3 + \sum_1^7 l'_1 T_1^3 \equiv a'x^2 + 2b'xy + c'y^2 + f'.$$

» Or si, entre ces deux identités, l'on élimine le terme en T_k^3, commun à l'une et à l'autre, l'identité résultante

$$0 = -l''_k T_k^3 + \sum_1^7 l''_1 T_1^3 \equiv a''x^2 + 2b''xy + c''y^2 + f''$$

exprime que l'origine actuelle O sert de centre à une conique déterminée, dérivée de l'hexagone formé des droites $T_1, \ldots, T_7$, moins la droite T_k; ou que le point O appartient à la courbe S_k, lieu du centre des coniques dérivées de cet hexagone.

» Le point O, qui admet trois déterminations distinctes, est donc com-

---

([1]) *Comptes rendus,* septembre 1897, p. 423.

mun aux trois courbes S_h, S_i, S_k, c'est-à-dire à trois quelconques des coniques $S_1, S_2, \ldots, S_7$. Les sept coniques $S_1, S_2, \ldots, S_7$ se coupent dans les trois mêmes points.

» *Si les droites données* $T_1, \ldots, T_7$ *font sept tangentes d'une hypocycloïde, les coniques* $S_1, \ldots, S_7$ *sont remplacées par autant de cercles en collinéation.*

» On peut remarquer qu'un *faisceau d'équilatères* étant le seul dont le lieu du centre se réduise à un cercle proprement dit, le théorème actuel et le précédent sont caractéristiques des seuls *heptagones,* ou *hexagones, circonscriptibles à l'hypocycloïde.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxycellulose.*
Note de M. **Léo Vignon.**

« L'oxycellulose, découverte par Witz dans l'action du chlorure de chaux sur le coton pendant les opérations du blanchiment, est encore peu connue. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats concernant la préparation et les propriétés de ce corps.

» Pour obtenir l'oxycellulose, je suis parti de cellulose pure, préparée par la purification du coton. Ce textile en bourre, préalablement nettoyé à la pince, a été traité par quatre bains aqueux successifs : (*a*) CO^3Na^2, 1 pour 100, trente minutes à 100° ; (*b*) Na OH, 1 pour 100, trente minutes à 100°; (*c*) H Cl 22°, 1 pour 1000, trente minutes à froid; (*d*) CO^3Na^2, 1 pour 100, trente minutes à froid. Après ces traitements, le coton a été lavé à l'eau distillée bouillante, puis à l'alcool 93° froid, et finalement séché à l'air; la perte de poids a été de 10 pour 100 environ.

» *Action des divers oxydants sur la cellulose.* — J'ai fait intervenir divers oxydants dilués dans l'eau dans la proportion de 1, 5, 10 pour 100 du poids de la cellulose, à froid et à chaud. L'acide nitrique à froid oxyde sans amener de perte de structure des filaments; leur poids diminue de 1,5 à 2,5 pour 100 à chaud, la perte de poids varie de 5,5 à 14 pour 100, la structure est détruite.

» Le bichromate de potassium, le permanganate de potassium, fournissent des produits d'oxydation difficiles à purifier. Le chlorure de chaux donne des produits très blancs, mais son oxydation est difficile à régler; de tous les oxydants, c'est le mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potassium qui m'a fourni les meilleurs résultats.

» *Préparation de l'oxycellulose.* — Dans une capsule de porcelaine installée dans une chapelle, on place 3000^{cc} d'eau et 150^{gr} de chlorate de potassium, on chauffe jusque vers l'ébullition, puis on immerge dans la solution 30^{gr} de coton purifié, et peu à peu (en cinq minutes), en agitant, 125^{cc} d'acide chlorhydrique à 22°. La liqueur jaunit, il se dégage des composés chlorés ; on maintient la température du mélange au voisinage de l'ébullition pendant une heure. Au bout de ce temps, on décante; le dépôt

blanc pulvérulent est lavé à l'eau distillée chaude, par décantation, jusqu'à élimination complète de réaction acide; on termine par des lavages à l'alcool et l'on sèche à air libre, sur papier filtré et brique poreuse. On obtient ainsi une poudre blanche, que j'envisage comme une oxycellulose et dont les caractères sont les suivants :

» *Propriétés de l'oxycellulose.* — Vue au microscope, cette oxycellulose est formée de filaments très courts. Elle jaunit à 100°, elle est insoluble dans les réactifs neutres. Elle se colore en bleu par l'iode et l'acide sulfurique : la coloration est plus rapide et plus franche qu'avec la cellulose.

» Pour la composition centésimale de la cellulose et de l'oxycellulose, j'ai trouvé :

	Cellulose.	Oxycellulose.
C................	44,44	43,55
H................	6,17	6,03
O................	49,39	50,42

» Mais si l'on applique à l'oxycellulose obtenue le procédé d'analyse de Lange (fusion avec la potasse à 180°), on trouve :

	Cellulose pour 100.	Oxycellulose.
Soluble dans KOH en fusion......	12	87,58
Insoluble »	88	12,42

» On est amené à considérer cette oxycellulose comme un mélange de 75 pour 100 d'oxycellulose et de 25 pour 100 de cellulose.

» En appliquant cette correction aux nombres qui donnent la composition en centièmes de l'oxycellulose, on trouve :

C........ 43,15 H........ 5,97 O........ 50,65

» La formule $C^{24}H^{38}O^{21}$ $[(C^6H^{10}O^5)^4 - H^2 + O]$ exige

C........ 43,50 H........ 5,70 O........ 50,70

» *Chaleur de combustion.* — J'ai trouvé :

Cellulose.	Oxycellulose.
4224 à 4190	4133 à 4124

» *Thermochimie.* — J'ai mesuré la chaleur dégagée par l'immersion de la cellulose et de l'oxycellulose dans une solution de potasse :

» Matière, 10^{gr}; 500^{cc} KOH normale vers 13° :

Cellulose.................	$0^{Cal},74$	pour 100^{gr}.
Oxycellulose..............	$1^{Cal},30$	»

» Le caractère acide a donc augmenté.

» *Absorption des matières colorantes basiques.* — La cellulose et l'oxycellulose ont été comparées, à ce point de vue, par immersion dans des bains de teinture de

richesse connue obtenus avec la safranine et le bleu méthylène, pendant trente minutes à l'ébullition. Après teinture, les bains ramenés au volume primitif ont été comparés au calorimètre; leur appauvrissement a servi à mesurer l'absorption :

	Absorption par 1gr de substance.	
	Safranine.	Bleu méthylène.
Cellulose	0gr,000	0gr,002
Oxycellulose	0gr,007	0gr,006

» *Action de la potasse.* — L'oxycellulose, traitée par une solution aqueuse de potasse, fournit une liqueur jaune d'or. Cette solution réduit la liqueur de Fehling; acidifiée par l'acide chlorhydrique, elle se décolore et donne un précipité blanc. Par épuisement avec de la potasse à 30° B., l'oxycellulose perd 39 pour 100 de son poids. Le précipité donné par les acides est de 8 à 9 pour 100 du poids de la cellulose. Voici les chaleurs de combustion de ces différents produits :

Oxycellulose	4133
» épuisée par la potasse	4201
Précipité par les acides	3929

on a

Pour la cellulose	4224-4190
» la saccharose	3955

» L'oxycellulose réduit énergiquement la liqueur de Fehling; il en est de même de la liqueur jaune provenant de l'épuisement par la potasse. L'oxycellulose, épuisée par la potasse à chaud, ne réduit plus.

» Le réactif de Schiff (fuchsine et acide sulfureux), préparé suivant Villiers et Fayolle, donne, avec l'oxycellulose, une coloration violette intense. Elle possède donc des fonctions aldéhydiques.

» L'étude des produits de rupture de l'oxycellulose par la potasse et la baryte sera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la rétamine.* Note de MM. J. **Battandier** et **Th. Malosse**, présentée par M. Chatin. (Extrait.)

« Le poids moléculaire déterminé par la tonométrie (appareil de Beckmann), d'après l'élévation du point d'ébullition d'une solution dans l'alcool éthylique, a été trouvé égal à 269,4 et 268,3.

» Le dosage du carbone, de l'hydrogène et de l'azote a fourni les moyennes : $C = 72,08$, $H = 10,69$, $Az = 11,1$ (calculé pour $C^{15}H^{26}Az^2O$: 72, 10,4, 11,2).

» Analyse de sels : *Bromhydrates.* — Nous en avons préparé deux,

qui ont paru répondre respectivement aux formules

$$C^{15}H^{26}Az^2OHBr \quad \text{et} \quad C^{15}H^{26}Az^2O, 2HBr,$$

d'après les dosages du brome et de l'azote.

» *Iodhydrates.* — Ceux que nous avons préparés, magnifiquement cristallisés, nous ont paru répondre à la formule $C^{15}H^{26}Az^2O, 2HI$, d'après le dosage de l'azote dans un échantillon spontanément séché à l'air :

Az pour 100, trouvé : 5,541; calculé : 5,533.

» *Sulfates.* — Nous avons préparé des sels répondant à la formule $C^{15}H^{26}Az^2O, H^2SO^4(H^2O)^x$, où $x = 5$ pour les sels cristallisés dans l'eau. On a dosé l'azote, et l'acide à l'état de sulfate de baryte.

» Un échantillon de sulfate, préparé en traitant par l'acide sulfurique la rétamine dissoute dans l'alcool très concentré, a fourni à l'analyse des résultats correspondant à la formule $C^{15}H^{26}Az^2OH^2SO^4, 2H^2O$.

» *Déterminations alcalimétriques.* — La rétamine, combinée, pour une molécule, à un équivalent d'acide, ne colore plus la phénolphtaléine. Les sels à deux équivalents d'acide, traités, en dissolution aqueuse, par un équivalent d'alcalis causttques, sont transformés en sels à un équivalent d'acide

$$R.2HBr + NaOH = RHBr + NaBr + HOH.$$

» Dans cette transformation, une molécule de soude correspond à une molécule de rétamine. Le terme de la réaction est indiqué par la phénolphtaléine. De là un moyen rapide pour déterminer le poids moléculaire de la rétamine. Il suffit de saturer une quantité déterminée d'alcaloïde par un excès connu d'acide titré, d'ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine, puis de la solution titrée de soude jusqu'à coloration. Les résultats des expériences de ce genre s'accordent avec le poids moléculaire 250 et la formule $C^{15}H^{26}Az^2O$.

» La rétamine est susceptible de donner des sels neutres, contenant deux molécules d'acide monobasique, ou une molécule d'acide bibasique pour une molécule d'alcaloïde, et des sels basiques, contenant une molécule d'acide monobasique pour une molécule d'alcaloïde. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence des matières colorantes sur la fermentation des vins rouges très colorés*. Note de MM. P. Carles et G. Nivière.

« La vinification des cépages très colorés, du Jacquez par exemple, a toujours présenté de graves inconvénients, que l'on peut attribuer : 1° à la difficulté de maintenir la matière colorante ; 2° à la difficulté non moins grande que présente la transformation complète du sucre en alcool, acide carbonique, etc.

» A l'époque où l'on faisait beaucoup d'exportation, où les vins étaient trop souvent colorés avec de la baie de sureau, M. G. Nivière tenta des expériences sur la fermentation des baies de sureau, dont le principe colorant se rapproche beaucoup de celui du Jacquez. Il remarqua que la transformation du sucre en alcool était d'autant plus difficile que la coloration était plus intense.

» Nous avons repris ces expériences ; nous avons ensemencé dans nos milieux le *Saccharomyces Pastorianus*, que nous avons sélectionné par la méthode Pasteur. Cette levure faisait fermenter des moûts de raisins secs très riches en sucre, jusqu'à 17°.

» Prenant ce ferment, nous l'avons mis dans des décoctions de baies de sureau, sans ajouter d'acide tartrique, d'une part ; d'autre part, nous avons additionné d'acide tartrique le milieu fermentescible ; enfin, nous avons fait un troisième essai avec le phosphate d'ammoniaque, sel éminemment propre au développement des ferments.

» Dans les trois cas, le milieu a fermenté et a donné 14° d'alcool, mais la fermentation n'était pas complète ; il restait 30gr environ de sucre par litre. Les additions d'acide tartrique avivaient la couleur, mais n'influaient en rien sur la marche de l'opération. Quant au phosphate d'ammoniaque, son action favorable sur la fermentation était insignifiante.

» Nous avons mis le même ferment dans des moûts blancs, dans de l'orge tartarisée ; nous avons obtenu ainsi des fermentations intégrales ; la liqueur de Fehling ne décelait que des traces minimes de sucre.

» Si l'on prend des vins de Jacquez à longue cuvaison, acidifiés ou non, on remarque qu'ils contiennent toujours une quantité notable de sucre dans le vin. Ce fait résulte de ce que, dans les cuvaisons courtes, le vin est décuvé bien avant que tout son sucre soit transformé ; la fermentation se continue sans qu'il en résulte un accroissement de couleur, étant moins riche en matière colorante que le vin à longue cuvaison, qu'une macération prolongée a enrichi en couleur ; cette macération doit être plus complète, c'est ce qui explique les différences observées. Si l'on prend un vin coloré, brillant, qui contient du sucre et qu'on le dédouble, une nouvelle fermentation intervient et diminue encore la quantité du sucre non transformé.

» En résumé, d'après nos expériences et les données précédentes nous croyons pouvoir formuler les conclusions suivantes :

» 1° La transformation incomplète du sucre dans les moûts très colorés est due à la matière colorante et non à l'acidité, car des décoctions de sureau, acidifiées ou non, ont donné le même résultat ;

» 2° Cette matière colorante, voisine des tannins, agit comme antiseptique sur les microrganismes de la fermentation ;

» L'acide tartrique, ajouté aux vins rouges colorés, n'influe pas sur la fermentation ou, s'il agit, ce n'est qu'indirectement, c'est-à-dire en empêchant la précipitation de la matière colorante qui, elle, agit sur les ferments. Cette dernière conclusion nous permet d'expliquer les résultats obtenus dans une vinification de Jacquez qu'un de nous fit en 1893 à Beauséjour, près Béziers. Le vin était très beau, mais encore fortement sucré. L'analyse de ce vin n'a pu être faite.

» Des expériences que nous poursuivons sur des moûts nous permettront de donner des résultats complémentaires à cette Note, dont le but actuel est d'établir le fait au point de vue théorique. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle que joue le* Pseudocommis vitis *Debray dans les deux maladies de la Vigne, l'anthracnose et l'oïdium*. Note de M. E. **Roze**, présentée par M. Chatin.

« M. Debray a déjà fait connaître ([1]) que le *Pseudocommis* était la cause de la maladie de l'anthracnose. L'observation microscopique permet, en effet, de constater l'existence des plasmodes de ce Myxomycète dans les taches brunâtres ou noirâtres qui couvrent les tiges, les pétioles des feuilles de la Vigne, ainsi que les pédoncules et les grappes des raisins, ce qui caractérise cette maladie.

» J'ai cherché à en obtenir une preuve expérimentale. Un très jeune pied de Vigne, germé sous châssis, très sain d'aspect, fut planté le 1er juillet dans un pot et conservé dans une serre fermée. On sait que le *Pseudocommis* produit, sur les feuilles de Cerisier, des taches qui se circonscrivent et forment des particules de tissu plasmodique, lesquelles se détachent et laissent les feuilles trouées. Je plaçai vingt de ces particules sur les racines découvertes de ce jeune pied de Vigne ; je les recouvris ensuite de

---

([1]) *La Brunissure dans les végétaux et en particulier dans la Vigne* (*Revue de Viticulture*, 1895).

terre, et le pot fut arrosé assez fréquemment. Au bout d'un mois, la base de la tige brunit et je vis apparaître bientôt sur son épiderme les petites taches noirâtres caractéristiques de l'anthracnose, qui se montrèrent ensuite sur les pétioles et sur les nervures des feuilles, dont le limbe fut très légèrement attaqué. Le jeune pied de Vigne subit ensuite peu à peu un lent arrêt de développement, au fur et à mesure que le nombre des taches augmentait, mais ne périt pas.

» Le résultat de cette expérience me paraît donner une preuve nouvelle du véritable rôle du *Pseudocommis* dans l'anthracnose, et confirmer ce que l'observation seule avait déjà établi, en même temps qu'elle démontre l'identité spécifique de ce Myxomycète, qui peut de la sorte quitter le Cerisier pour aller dans le sol infecter la Vigne.

» Cette année, les treilles de la région parisienne ont été fortement attaquées par l'oïdium (*Uncinula spiralis* B. et C.), le *Peronospora viticola* et surtout par le *Pseudocommis* qui, par contamination aérienne, s'est montré à la fois sur les tiges, les pétioles des feuilles de la Vigne, et sur les grappes de raisin. J'ai pu suivre, sur des ceps de Vigne non traités par les Fongicides, le développement de ces trois maladies. En faisant une série d'observations sur des grains de raisins attaqués par l'oïdium, j'ai cherché à me rendre compte des effets réels qu'il produisait.

» A première vue j'aurais pu croire, comme on l'a admis jusqu'ici, que c'était aux résultats de son parasitisme superficiel qu'était dû l'état très maladif de ces grains de raisin, qui prennent, lorsque l'oïdium les recouvre, une teinte grisâtre, et dont quelques-uns se déchirent et crèvent. Toutefois, je ne tardai pas à reconnaître que, par une action concomitante, sous l'efflorescence de l'oïdium, le *Pseudocommis* était apparu sur l'épiderme, sous la forme de très petites taches brunâtres ponctiformes, visibles seulement à la loupe; quelquefois, ces taches s'élargissent et se réunissent, entravant ainsi le développement épidermique. Sous l'effort de la croissance de l'intérieur du grain, cet épiderme mortifié crève et le grain s'ouvre, mettant à nu les pépins. L'oïdium ne me paraît être pour rien dans l'effet ainsi produit : c'est au mode d'action du *Pseudocommis* qu'il convient de l'attribuer, et c'est le même effet que l'on constate lorsque ce dernier parasite agit seul, sans l'oïdium. Du reste, sur les feuilles envahies par l'oïdium et qui m'ont permis d'y observer des conidies et des pycnides, je n'ai jamais pu remarquer de taches brunâtres semblables à celles des grains.

» Comme le *Pseudocommis* n'était pas connu lorsqu'on a cru reconnaître que l'oïdium était la cause de cet état maladif des raisins, j'estime qu'on l'a considéré comme étant seul l'auteur de désordres plus graves que ceux qui lui incombent réellement, d'autant plus que, en raison des influences atmosphériques, le développement concomitant du *Pseudocommis* et de l'oïdium, comme on le voit trop bien cette année, a dû toujours avoir lieu.

» J'ajouterai deux mots, pour signaler une autre cause d'altération due au *Pseudocommis* et restée inexpliquée jusqu'ici. J'ai, en effet, remarqué sur une treille de Chasselas, qui s'était trouvée garantie par divers traitements contre les attaques parasitaires, que tout récemment certaines grappes fort belles étaient presque subitement empêchées d'arriver à leur complète maturité. Il s'était rapidement produit, sur les rachis de ces grappes, de petites taches brunâtres circulaires, qui avaient provoqué la dessiccation de tout le tissu des pédoncules insérés au-dessous de ces taches. Je me suis assuré que les taches dont il s'agit contenaient des plasmodes du *Pseudocommis* qui, par contamination aérienne, venait ainsi tardivement dessécher, soit seulement les axes secondaires, soit même l'axe principal de la grappe. »

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 SEPTEMBRE 1897.

Revue de Mécanique: M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, président. Tome I. Août 1897. Paris, Vicq-Dunod et Cie. 1 fasc. in-4°.

Anthropologie. Rédacteurs en chef: MM. BOULE et VERNEAU. 1897. Tome VIII. N° 4, juillet-août. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et *Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe*. Septembre 1897. Paris, CH. BIVORT; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel; CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. N° 36. Séance du 7 septembre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales médico-psychologiques. Fondateur: Dr J. BAILLARGER. N° 2. Septembre-octobre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société entomologique de France. 1897. N° 13. Paris, Firmin-Didot et Cie; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Tome XIX. Août 1897. Paris, L. Maretheux; 1 vol. in-8°.

Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena. Série II, Volume XII, Parte prima. Modena, 1896; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 6 septembre 1897.)

Note de M. *Ad. Chatin*, Du nombre et de la symétrie des faisceaux fibro-vasculaires, etc.

Page 416, lignes 4 et 5, *après* Aucuba, Leycesteria, Lonicera, Obolia, Symphoricarpos, Xylosteum, Viburnum, Cornus, *au lieu de* (²), *lisez* (¹).

Ligne 8, après Lobelia cardinalis, *au lieu de* (¹), *lisez* (²).

En bas de la page, aux notes, *supprimer* (²) et *remplacer* (³) par (²).

Page 419, ligne 12, *au lieu de* Myrcinées, *lisez* Myrsinées.

Page 420, lignes 1 et 2, *au lieu de* pétales, *lisez* filets.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 SEPTEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **P.-P. Dehérain**, en présentant à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier, sous le titre : « Les Plantes de grande culture », s'exprime comme il suit :

« J'ai essayé, dans cet Ouvrage, d'indiquer les progrès réalisés dans la culture du blé, dans celle des pommes de terre, des betteraves fourragères et de distillerie et des betteraves à sucre. Dans chacun des Chapitres, je me suis occupé de la préparation du sol, de la distribution des amendements et des engrais, du développement de la plante et de sa récolte, et j'ai, en outre, décrit sommairement les industries qui utilisent, comme matière première, la plante étudiée.

» J'ai particulièrement insisté sur l'heureuse influence qu'exerce le choix des variétés semées; l'Académie sait que les succès obtenus par notre

Confrère, M. Aimé Girard, dans l'amélioration de la culture de la pomme de terre, sont dus, partiellement au moins, à l'introduction d'une variété nouvelle; nous avons montré, il y a plus de vingt ans, M. Fremy et moi, que la richesse en sucre des betteraves est étroitement liée à la variété semée et, plus tard, j'ai fait voir avec M. Porion que, dans la région septentrionale, sous un climat qui lui convient, le blé à épi carré fournit des récoltes infiniment supérieures à celles que donnaient les blés habituellement semés.

» C'est moins la variété choisie que le mode de semis adopté qui conduit au succès, dans la culture des betteraves fourragères. On les sème d'ordinaire à grands écartements; on obtient ainsi d'énormes racines, très aqueuses et très peu nutritives; j'ai conseillé, depuis plusieurs années, de rapprocher les lignes, de façon à récolter des betteraves de dimensions moyennes : le poids de matière alimentaire produit à l'hectare s'augmente ainsi dans une large mesure.

» En 1848, on estimait la production agricole annuelle de la France à cinq milliards; elle atteint aujourd'hui de onze à douze milliards et, dans cet énorme accroissement, une part importante revient à l'augmentation des rendements et à l'extension des plantes de grande culture. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L.-A. Picard adresse un Mémoire portant pour titre : « La Science universelle intégrale de la nature et le système abstrait des mondes ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Rassoul Mesti adresse un projet de pompe dont il est l'inventeur.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *W. de Fonvielle*, intitulé : « Les ballons-sondes de MM. Hermite et Besançon et les ascensions internationales ». (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'hypocycloïde à trois rebroussements.* Note de M. **Paul Serret**.

« 6. Théorème VI. — *Un heptagone* $(T_1, \ldots, T_7)$ *étant circonscrit à l'hypocycloïde, les centres de gravité* G_i *des divers triangles ayant,* pour premier sommet, *l'un quelconque des sommets de l'heptagone, et,* pour point milieu du côté opposé, *le centre* C_i *de la conique inscrite au pentagone formé des côtés de l'heptagone,* moins *les deux, qui se croisent au sommet employé, font* 21 *points d'une même ligne droite :* la droite

$$(I) \qquad 0 = \sum_1^7 l_1 T_1^3 \equiv ax + by + c \equiv X,$$

dérivée de l'heptagone actuel, et qui remplace ici le *cercle dérivé* d'un heptagone quelconque.

» Soient, en effet :

$$(1) \qquad 0 = \sum_1^5 a_1 T_1^3 \equiv X_1 Y_1 - C_1,$$

$$(2) \qquad 0 = \sum_2^6 b_2 T_2^3 \equiv X_2 Y_2 - C_2,$$

$$(3) \qquad 0 = \sum_3^7 c_3 T_3^3 \equiv X_3 Y_3 - C_3$$

les équilatères du second degré, dérivées, une à une (Théorème I), des pentagones $(\overline{12345})$, (23456), (34567). Comme trois angles droits $X_1 Y_1$, $X_2 Y_2$, $X_3 Y_3$, composés entre eux linéairement, donnent toujours naissance à une droite déterminée, écrivons

$$(4) \qquad \sum_1^3 h_1 X_1 Y_1 \equiv a'x + b'y + c',$$

et ajoutons, membre à membre, les identités (1), (2), (3) multipliées par h_1, h_2, h_3. Nous conclurons, de l'identité résultante (I), l'existence d'une droite déterminée X, dérivée de l'heptagone considéré, et qu'il s'agit maintenant de construire. Écrivons pour cela, au lieu de (I),

$$(I\ bis) \qquad 0 = \sum_1^7 l_1 T_1^3 \equiv X \equiv XZ^2,$$

$0 = Z \equiv 1$ désignant la droite de l'infini. La première polaire du sommet P

$$(P) \qquad 0 = T'_6 = T'_7, \quad T'_1, \ldots, T'_5; \quad X', \quad Z' \equiv 1,$$

par rapport à la cubique (I *bis*), sera représentée par l'une ou l'autre des équations

$$(\text{I}' \textit{ bis}) \qquad o = \sum_1^5 l_1 T'_1 T_1^2 \equiv 2Z'XZ + X'Z^2 \equiv X + \frac{X'}{2}.$$

» Or, il suit, de la première, que la droite

$$X + \frac{X'}{2} = o$$

est un diamètre de la conique inscrite au pentagone $(T_1, \ldots, T_5)$; et, le centre C de cette conique, un point de cette droite; de la seconde, que la distance $X' + \frac{X'}{2}$ du pôle P à ce diamètre étant les $\frac{3}{2}$ de la distance X' du pôle à la droite cherchée X : les distances des points C et P à la droite X seront entre elles dans le rapport de 1 à 2. Ce qui est le théorème énoncé.

» 7. Si les six premiers côtés $T_1, \ldots, T_6$ de l'heptagone précédent sont tangents à une même conique de centre C, on reconnaît aussitôt que la droite X ne dépend que du point C et de la septième tangente T_7, et qu'elle divise dans le rapport de 1 à 2 les rayons vecteurs menés de ce point à cette tangente.

» De là une solution intuitive de ce problème : *Une hypocycloïde et une conique étant inscrites à un pentagone donné* $(T_1, \ldots, T_5)$, *construire la sixième tangente* T_6 *commune aux deux courbes*. A cet effet, menant à l'hypocycloïde une nouvelle tangente T_7, on construira, comme il vient d'être dit, la droite X dérivée de l'heptagone $(T_1, T_2, \ldots, T_6, T_7)$. Désignant ensuite par P_1 la trace inconnue de T_6 sur T_1, par C_1 le centre connu de la conique inscrite au pentagone $(T_2, T_3, T_4, T_5, T_7)$: le segment C_1P_1 sera divisé, en G_1, par la droite X dans le rapport de 1 à 2; le point G_1 sera donc connu et, par suite, le point P_1.

» 8. Comme les précédentes, les propriétés des tangentes rectangulaires résultent *a priori* de notre théorème I.

» Pour le faire voir, rapportons, à un groupe quelconque de tangentes rectangulaires Ox, Oy prises pour axes : 1° leur corde de contact AB, $o = G \equiv \frac{x}{a} + \frac{y}{b} - 1$; 2° une tangente quelconque $\alpha\beta$, $o = T = \frac{x}{\alpha} + \frac{y}{\beta} - 1$; et, conformément au théorème I, exprimons que la conique dérivée des

cinq groupes conjugués résultants x^3, y^3, T^3, $x^2 C$, $y^2 C$, savoir

$$0 = \lambda x^3 + \mu y^3 + \left(\frac{x}{a} + \frac{y}{b} - 1\right)(\lambda' x^2 + \mu' y^2)$$
$$+ \left(\frac{x}{\alpha} + \frac{y}{\beta} - 1\right)^3 \equiv a' x^2 + 2b' xy + c' y^2 + \ldots$$

satisfait à la condition $\underline{a' + c' = 0}$: une élimination bien simple nous donnera

$$(t) \qquad \alpha^2 + \beta^2 = a\alpha + b\beta.$$

» Or, cette relation étant satisfaite : 1° par la double substitution $\alpha = a$, $\beta = b$; 2° par la double hypothèse $0 = \alpha = \beta$, associée à la condition $a\alpha + b\beta = 0$, que l'on peut écrire $\left(-\frac{\beta}{\alpha}\right)\left(-\frac{b}{a}\right) = -1$, on en conclut : 1° que *la corde de contact* AB *de deux tangentes rectangulaires quelconques est tangente à la courbe;* 2° que *la troisième tangente* OH, *menée à la courbe par le point de concours de deux tangentes rectangulaires, est perpendiculaire à la corde de contact de celles-ci.*

» 9. On peut ajouter que *le lieu décrit par le point de concours de deux tangentes rectangulaires est un cercle déterminé,*

$$\text{cercle } (\omega, \bar{\rho}) \equiv \text{cercle } \dot{O}\dot{A}'\dot{B}',$$

passant par le point O *et les points-milieux* A', B' *des segments tangentiels* OA, OB.

» C'est ce qui résulte de la seule équation (t) si l'on remarque : 1° que le point auxiliaire M (α, β), ayant pour coordonnées l'abscisse et l'ordonnée à l'origine de la tangente mobile T, décrit visiblement le cercle $\dot{O}\dot{A}\dot{B}$; 2° que la corde $\overline{OM}$ et la tangente correspondante $\overline{\alpha\beta}$ faisant avec $\overline{Ox}$ des angles égaux, *les tangentes* $\alpha\beta$, $\alpha'\beta'$ *relatives à deux cordes rectangulaires* OM, OM' *seront de même rectangulaires :* d'où il suit que les parallèles à ces tangentes menées par M, M' se couperont sur le cercle OAB et, ces tangentes elles-mêmes, sur le cercle *sous-double* $OA'B' \equiv$ cercle (ω, ρ).

» Mais nous voyons en même temps : 1° que *la corde de contact* AB *de deux tangentes rectangulaires conserve une longueur constante :* $AB = 2\rho$; 2° que *le point-milieu* A' *du segment* AO *intercepté, sur chaque tangente de l'hypocycloïde, entre son point de contact* A *sur la courbe et sa trace* O *sur la tangente perpendiculaire* OB *est toujours sur le cercle* (ω, ρ).... »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la stabilité des sulfures de strontium phosphorescents.* Note de M. J.-R. MOURETO.

« M'étant proposé d'examiner l'action de l'air sur les sulfures de strontium phosphorescents, obtenus par les méthodes déjà décrites (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1024), j'ai disposé des tubes de verre de 50^{cm} de longueur et 3^{cm} de diamètre intérieur, ouverts à leurs deux extrémités. J'y ai introduit 5^{gr} de chacun des cinq sulfures de strontium. En exposant les cinq tubes aux rayons directs du Soleil, à une température de 45°, pendant trois heures, j'ai obtenu les phénomènes suivants :

» *a. Sulfure de strontium provenant de la réduction du sulfate.* — Il sent fortement l'acide sulfhydrique, et sa phosphorescence perd beaucoup de son intensité. Il contient, après l'expérience, une proportion très variable de sulfate. Si le sulfate employé pour obtenir ce sulfure a été le sulfate naturel (*célestine*), ou s'il contient des alcalis ou du chlorure de sodium, la décomposition est plus difficile et l'intensité de la phosphorescence n'est presque pas diminuée.

» *b. Sulfure de strontium obtenu par le carbonate de strontium et le soufre.* — Il dégage aussi une forte odeur d'acide sulfhydrique; cependant l'oxydation n'est pas aussi rapide, ni aussi complète, et l'intensité de la phosphorescence n'est presque pas diminuée; il garde sa couleur caractéristique vert bleu. Si le carbonate a été obtenu en traitant un carbonate alcalin par une solution de chlorure de strontium contenant 1 pour 100 de chlorure de sodium, le sulfure, qui contient des alcalis, est beaucoup plus stable; il n'exhale presque pas l'odeur d'acide sulfhydrique, et oppose beaucoup plus de résistance à l'oxydation, au moins dans les circonstances où cette série d'expériences a été faite.

» *c. Sulfure de strontium obtenu par l'action de l'acide sulfhydrique sur le carbonate de strontium.* — La décomposition de ce sulfure commence rapidement. Au bout de trois heures d'exposition au soleil, il sent fortement le gaz sulfhydrique, et il s'oxyde fortement; la phosphorescence n'a pas tout à fait disparu, mais elle a diminué d'une manière remarquable. Les impuretés du carbonate de strontium, surtout si elles se sont formées de composés alcalins, rendent la décomposition moins intense; elles empêchent au moins l'oxydation rapide au contact de l'air, à la température de ces expériences.

» *d. Sulfure de strontium obtenu par la méthode de M. Verneuil.* — L'odeur d'acide sulfhydrique est beaucoup moindre que dans les cas précédents; l'oxydation n'est presque pas perceptible; le vernis extérieur formé par les impuretés (carbonate et chlorure de sodium) empêche l'action de l'air; la phosphorescence ne diminue presque pas; le corps reste sans altération sensible, après une exposition de trois heures au soleil et à l'air.

» *e. Sulfure de strontium obtenu par la méthode de Verneuil modifiée.* — L'odeur d'acide sulfhydrique n'est pas perceptible : la quantité de sulfate contenue ne subit pas de changement sensible, ce qui prouve qu'il n'y a pas d'oxydation, ou qu'elle est très faible. Dans les conditions expérimentales indiquées, ce sulfure reste inaltérable; mais si la forte insolation est prolongée, toujours à l'air, pendant six heures, ou, mieux encore, si on la répète quatre jours de suite, avec la même quantité de sulfure, celui-ci finit par se décomposer, en exhalant une forte odeur sulfhydrique; la quantité de sulfate de strontium contenue augmente fort irrégulièrement. Ici, comme dans le cas précédent, les impuretés alcalines, fondues autour de la masse du sulfure, forment une sorte de vernis protecteur, qui, jusqu'à une certaine limite, le préserve de l'action oxydante de l'air et des décompositions que l'humidité eût pu provoquer. Le sulfure en question conserve sa splendide phosphorescence, d'un vert puissant. C'est seulement au bout de plusieurs traitements répétés qu'on observe une certaine diminution de la phosphorescence, quant à l'intensité et à la durée.

» De ces expériences, il résulte que tous les sulfures de strontium que j'ai obtenus, quand on les expose à l'air et au soleil, à la température de 45° C., subissent plus ou moins, et dans un temps plus ou moins long, une décomposition; il se produit du gaz sulfhydrique, et le corps s'oxyde d'une façon irrégulière. Quant aux impuretés des sulfures, surtout si elles sont alcalines, en même temps qu'elles contribuent à la phosphorescence, elles interviennent directement dans la stabilité et constituent une cause de résistance aux oxydations.

» On détermine le point de fusion des substances étrangères, à une température inférieure à celle qui correspond à la formation du sulfure. Quand le creuset est refroidi et la masse solidifiée, les impuretés restent fixées à sa surface, en la recouvrant d'un vernis protecteur, et lui donnent l'aspect particulier qu'on observe dans celui que j'ai préparé suivant mon procédé. Si ce vernis vient à se détruire, d'une manière quelconque, le sulfure de strontium reste dans les conditions du précédent, dans lequel le sulfate est réduit; il exhale une odeur de gaz sulfhydrique, tout en perdant de son immunité relative à l'oxydation.

» Comme une preuve de ceci, j'ai observé que, plus les sulfures de strontium phosphorescents sont pulvérisés, plus ils se décomposent vite quand on les soumet à l'action de l'air et à une insolation directe et prolongée. En mélangeant la poudre avec la moitié de son poids de chlorure de sodium, fondu et bien pulvérisé, on diminue beaucoup l'intensité de la phosphorescence, mais on donne au mélange une plus grande stabilité; ce n'est qu'au bout d'un temps assez long que les décompositions commencent.

» En général, les monosulfures de strontium phosphorescents sont peu stables; ainsi que les sulfures alcalins ou alcalino-terreux, ils manifestent une tendance à se polysulfurer partiellement et à se sulfater, en formant des sulfhydrates de sulfure, dans des conditions que je ferai connaître par

de nouvelles séries d'expériences. Ces propriétés, communes à des combinaisons du soufre avec divers métaux, n'ont d'influence directe sur la phosphorescence du sulfure de strontium qu'en ce qu'ils impliquent sa destruction, et la formation d'autres corps qui ne sont plus phosphorescents ([1]). »

CHIMIE. — *Sur le chlorure de parastannyle.* Note de M. R. ENGEL.

« Le corps désigné sous le nom de β-*chlorure stannique*, découvert en 1812 par Berzélius, est peut-être le seul composé signalé depuis si longtemps dont la Science n'ait pas encore fait connaître la véritable nature, qui n'ait été ni analysé, ni même isolé.

» J'ai dit dans une précédente Communication (séance du 5 avril 1897) que les contradictions entre les auteurs sur ce sujet tenaient à ce qu'ils avaient confondu, sous le nom de β-*chlorure*, les solutions de deux composés distincts, le plus souvent mélangés entre eux et avec le chlorure stannique, et j'ai démontré que l'un de ces composés est du chlorure métastannique $Sn^5O^9Cl^2, 4H^2O$. Ce composé, que j'ai isolé, se forme par décomposition hydrolytique du chlorure stannique et se prépare le plus facilement par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide métastannique. Sa solution toutefois ne précipite pas par l'acide sulfurique étendu. H. Rose donne cette réaction comme caractéristique du β-chlorure, tout en reconnaissant que, dans certaines circonstances d'ailleurs non précisées, elle peut ne pas se manifester.

» Lorsqu'on soumet à une température voisine de 100° une solution de chlorure métastannique, additionnée d'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour qu'elle ne précipite pas par l'eau, elle ne tarde pas à acquérir la propriété de donner un précipité par l'acide sulfurique étendu, propriété qu'elle conserve indéfiniment après son refroidissement; elle renferme donc manifestement un composé distinct du chlorure métastannique. Ce composé, comme le chlorure métastannique, est précipitable de sa solution par l'acide chlorhydrique. L'analyse révèle, dans les produits de diverses préparations, un peu plus d'étain qu'il n'y en a dans le chlorure métastannique, mais ne donne pas de nombres constants; on a donc affaire à des mélanges.

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

» Il m'eût été impossible, comme à mes devanciers, d'éclaircir ce sujet, si le soin que je me suis imposé d'analyser tous les produits ne m'avait conduit à une observation d'un autre ordre, d'où dépendait la solution cherchée.

» On sait que l'acide métastannique répond à la composition exprimée par les formules $Sn^5O^{11}H^2, 9H^2O$ et $Sn^5O^{11}H^2, 4H^2O$, suivant qu'il a été desséché à l'air ou dans le vide. Or, en faisant bouillir cet acide avec de l'eau pour le laver plus rapidement, j'ai constaté que, après dessiccation à l'air, il renferme moins d'eau que le produit lavé à froid, et que, en prolongeant l'ébullition pendant un temps suffisant, on arrive finalement au composé $Sn^5O^{11}H^2, 7H^2O$. La déshydratation plus ou moins complète d'un corps au sein de l'eau est un fait assez fréquent; mais, dans le cas particulier, le produit déshydraté dans l'eau bouillante donne aussi, lorsqu'on le dessèche dans le vide, un autre hydrate que l'acide métastannique obtenu et lavé à froid. Au lieu d'aboutir à l'hydrate $Sn^5O^{11}H^2, 4H^2O$, on arrive à l'hydrate $Sn^5O^{11}H^2, 2H^2O$ qu'on n'obtient jamais, dans le vide, en partant de l'acide métastannique lavé à froid.

» En traitant l'hydrate $Sn^5O^{11}H^2, 7H^2O$ par de l'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour former une pâte claire, on observe qu'il n'y a pas dissolution, au bout d'un certain temps, comme avec l'acide métastannique préparé et lavé à froid. Les deux corps se combinent pourtant, car la température s'élève et la masse desséchée sur de la porcelaine dégourdie se dissout dans l'eau, en donnant une solution opalescente d'un chlorure. Cette solution diffère, par plusieurs caractères, de la solution du chlorure métastannique. Elle donne notamment la réaction de H. Roze, c'est-à-dire qu'elle précipite par l'acide sulfurique étendu. Un excès d'une solution saturée d'hydrogène sulfuré ne commence à la précipiter qu'après un temps relativement fort long : une demi-heure ou trois quarts d'heure.

» L'acide chlorhydrique précipite de cette solution le chlorure, qui est moins soluble en présence de cet acide que le chlorure métastannique. Ce chlorure desséché, comme il a été dit pour le chlorure métastannique, donne à l'analyse des nombres concordants qui conduisent à la formule $Sn^5O^9Cl^2, 2H^2O$.

» Ainsi, non seulement l'acide métastannique, après avoir subi une ébullition prolongée dans l'eau, donne, par dessiccation à l'air et dans le vide, deux hydrates renfermant chacun deux molécules d'eau de moins que les hydrates correspondants de l'acide métastannique préparé et lavé à froid, mais, de plus, il fournit avec l'acide chlorhydrique un chlorure contenant deux molécules d'eau de moins que le chlorure métastannique, et dont la solution présente des caractères qui lui sont propres.

» Ce chlorure, comme le chlorure métastannique, est décomposable par l'eau en excès. Le produit de cette décomposition, préparé et lavé à froid, donne, par dessiccation, non les hydrates de l'acide métastannique préparé et lavé à froid, mais les hydrates avec deux molécules d'eau en moins,

correspondant au nouveau chlorure. L'acide métastannique, après avoir subi la modification que lui imprime l'ébullition avec l'eau, forme donc un chlorure dont on peut l'isoler avec ses propriétés spéciales. Il y a plus, on peut transformer cet acide en sel de potassium, l'isoler ensuite de ce sel, le convertir en chlorure, le dégager de ce chlorure, sans qu'il perde sa composition spéciale et ses propriétés, notamment celle de donner avec l'acide chlorhydrique un chlorure distinct du chlorure métastannique par sa composition et par ses propriétés.

» C'est donc un nouvel acide stannique bien défini, auquel je donne le nom d'*acide parastannique*.

» Les composés métastanniques et parastanniques ont respectivement la composition exprimée par les formules suivantes :

	Hydrate desséché à l'air.	Hydrate desséché dans le vide.	Chlorure.	Sel de potassium.
Métastannique...	$Sn^5O^{11}H^2,9H^2O$	$Sn^5O^{11}H^2,4H^2O$	$Sn^5O^9Cl^2,4H^2O$	$Sn^5O^{11}K^2,4H^2O$
Parastannique....	$Sn^5O^{11}H^2,7H^2O$	$Sn^5O^{11}H^2,2H^2O$	$Sn^5O^9Cl^2,2H^2O$	$Sn^5O^{11}K^2,3H^2O$

» Les faits succinctement résumés dans cette Note, et qui seront développés dans un Mémoire d'ensemble, expliquent facilement les contradictions des auteurs. Citons un exemple. Pour Berzélius, l'acide métastannique donne avec l'acide chlorhydrique un composé spécial (le β-chlorure); pour Gay-Lussac, l'acide métastannique donne avec l'acide chlorhydrique du chlorure stannique, tout comme l'acide stannique. L'explication de cette divergence est la suivante. L'acide dit *métastannique*, préparé à température peu élevée, est en réalité un mélange des acides stannique et métastannique. L'acide chlorhydrique transforme ce mélange en chlorures stannique et métastannique. Mais ce dernier chlorure, qui est assez soluble en présence de l'acide chlorhydrique, passe inaperçu si l'on ne prend des précautions spéciales (Note du 5 avril 1897). Gay-Lussac a donc obtenu réellement du chlorure stannique en traitant l'acide métastannique brut par l'acide chlorhydrique. Si l'on fait au contraire bouillir l'acide métastannique brut au sein de l'eau, il se convertit totalement en acide parastannique, et l'acide chlorhydrique le transforme intégralement en chlorure parastannique exempt de chlorure stannique. Or, sans aucun doute, c'est là le composé obtenu par Berzélius qui dit, en effet : « Je privai l'oxyde » stannique de tout acide (azotique) en le faisant bouillir à *plusieurs reprises* » avec de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur divers chlorures doubles formés par la cinchonamine.* Note de MM. **Léon Boutroux** et **P. Genvresse**.

« M. Arnaud a fait connaître, en 1881 (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 593), une base qu'il a nommée *cinchonamine*, remarquable par l'insolubilité de son nitrate dans l'eau acidulée par un acide quelconque, et s'est servi de cette propriété pour isoler l'acide nitrique dans certains milieux. Il a fait remarquer qu'on pouvait ainsi précipiter les nitrates d'une manière générale, pourvu qu'ils ne fussent pas associés à des iodures, l'iodhydrate de cinchonamine étant aussi peu soluble que le nitrate.

» Nous avons trouvé d'autres sels insolubles de cinchonamine, sels bien cristallisés, et présentant au microscope des formes très peu différentes de celles du nitrate : ce sont des chlorures doubles.

» *Sel double de cadmium et cinchonamine.* — Si l'on mélange une solution aqueuse étendue de chlorure de cadmium et une solution semblable de chlorhydrate de cinchonamine, on obtient immédiatement un précipité cristallin. L'eau-mère donne encore un léger précipité si l'on y ajoute de l'acide chlorhydrique. Les cristaux, repris par l'eau bouillante, se sont redissous et ont cristallisé par refroidissement. Les cristaux ainsi purifiés ont été analysés : les résultats correspondent à la formule

$$CdCl^2, 2(C^{19}H^{24}Az^2O, HCl).$$

» Séchés à l'air ordinaire, ils ne perdent pas de poids quand on les maintient à 100° pendant plusieurs heures.

» Les cristaux de chlorure double de cadmium et de cinchonammonium sont très brillants, d'apparence soyeuse. Obtenus en liqueur étendue, ils se présentent ordinairement sous la forme de plaques minces rectangulaires allongées, terminées, aux deux extrémités, par des troncatures plus ou moins développées, souvent jusqu'à former des pointes. Nous avons rencontré de ces plaques qui avaient environ 2^{mm} de longueur. Dans la lumière polarisée, ces plaques sont très brillamment colorées et présentent souvent des franges sur leurs bords. Elles s'éteignent suivant le grand côté du rectangle.

» Les cristaux de nitrate de cinchonamine ont à peu près le même aspect. L'angle plan de la pointe a été mesuré au microscope dans ces deux sels. Il était de 90°,0 dans le nitrate. Dans le chlorure double, il était, en moyenne, d'environ 93°,5, et il y avait souvent, au delà de la pointe, une seconde paire de facettes inclinées l'une sur l'autre d'environ 55°.

» Les cristaux formés très lentement sont en prismes plus épais et plus courts, qui présentent l'aspect de la symétrie orthorhombique avec prédominance de la face g^1.

» Ce chlorure double est assez soluble dans l'eau bouillante. A froid (22°) la solution aqueuse saturée en contient $0^{gr},76$ dans 100^{cc}. Mais si l'on ajoute à cette solution

quelques gouttes d'acide chlorhydrique, la liqueur ne retient plus une quantité mesurable de sel.

» *Sel double de zinc et cinchonamine.* — En traitant le sulfate de zinc par l'acide chlorhydrique et le chlorhydrate de cinchonamine, on obtient de même des cristaux, qui peuvent être purifiés par recristallisation après dissolution dans l'eau bouillante.

» Les cristaux sont anhydres comme les précédents et répondent à la formule

$$ZnCl^2, 2(C^{19}H^{24}Az^2O, HCl).$$

» Les cristaux ont une apparence soyeuse très prononcée. Leur forme cristalline paraît aussi appartenir au système du prisme orthorhombique, avec prédominance de la face g^1. A la température de 22° le sel double de zinc est un peu plus soluble que le sel correspondant de cadmium : 100^{cc} de solution saturée en contiennent 1^{gr},10. Mais en présence de l'acide chlorhydrique il peut être considéré, de même que le sel de cadmium, comme complètement insoluble.

» *Sel double de cuivre et cinchonamine.* — Lorsqu'on traite une solution concentrée de sulfate de cuivre en excès par l'acide chlorhydrique et le chlorhydrate de cinchonamine, il se précipite deux sortes de cristaux, les uns incolores, qui ne sont autre chose que du chlorhydrate de cinchonamine, les autres rouge brique; ces derniers consistent en une combinaison de chlorure cuivrique et chlorhydrate de cinchonamine. Si l'on fait bouillir le tout, les cristaux incolores se dissolvent, les autres subsistent en partie. On filtre, on sèche sur une plaque poreuse dans le vide sec.

» Les cristaux sont anhydres et répondent à la formule

$$CuCl^2, 2(C^{19}H^{24}Az^2O, HCl).$$

» Ce chlorure double est dissociable par l'eau : la dissociation n'est pas très sensible à froid. Mais, si l'on chauffe les cristaux dans l'eau à l'ébullition, la liqueur devient verte et laisse déposer, par refroidissement, des cristaux incolores de chlorhydrate de cinchonamine.

» Les cristaux rouges sont solubles dans l'alcool absolu à froid, et mieux à chaud, sans dissociation. Par refroidissement de la solution alcoolique bouillante, il se dépose des cristaux rouges qui ne peuvent être séchés à l'air ordinaire sans s'altérer.

» Nous avons essayé les mêmes réactions avec les chlorures ferreux, de magnésium et de calcium. Si à une solution aqueuse moyennement étendue de l'un de ces trois sels on ajoute un peu d'acide chlorhydrique et du chlorhydrate de cinchonamine, on obtient un précipité abondant, mais ce précipité est simplement du chlorhydrate de cinchonamine, en quantité presque égale à celle que contenait la solution de ce chlorhydrate employée. On s'est assuré que les cristaux ne contenaient, suivant les cas, ni fer, ni magnésium, ni calcium. La précipitation observée se rattache au phénomène général de la diminution de solubilité d'un solide dans un dissolvant chargé d'un autre solide.

» En liqueur très étendue et acidulée par l'acide chlorhydrique, le chlorhydrate de cinchonamine ne précipite ni les sels de calcium ni ceux de baryum.

» La connaissance des faits qui précèdent permettra d'éviter une cause d'erreur dans la recherche des nitrates par la cinchonamine [1]. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'amélioration des terres humifères.* Note de M. **J. Dumont**, présentée par M. Dehérain.

« Le défaut de nitrification active étant le principal obstacle qui puisse s'opposer à la mise en valeur des terres humifères convenablement assainies, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt, surtout au point de vue pratique, à déterminer d'une façon précise les conditions qui sont de nature à favoriser au plus haut degré la mobilisation des matières organiques. Pour cela, il était indispensable d'opérer autant que possible à l'abri des influences indirectes qui peuvent masquer le sens réel de l'action des matières fertilisantes. Les terres humifères, en raison de leur constitution minérale, très incomplète et fort disproportionnée, offrent les meilleures conditions d'expériences.

» J'avais à ma disposition une de ces terres, réalisant presque toutes les qualités requises, par sa nature essentiellement tourbeuse.

» Cette terre me fut envoyée, il y a plusieurs années déjà, par M. Ravel, régisseur des cultures à la colonie agricole du Val-d'Yèvre, près de Bourges. On y a dosé par kilogramme :

Azote	13,2
Acide phosphorique	traces
Chaux	4,2
Potasse	0,36

» J'essayai comparativement l'action du carbonate de potasse, des cendres d'écobuage, des cendres non lessivées, des charrées, de la marne argileuse, de l'argile brûlée et du calcaire, seul ou mélangé aux engrais potassiques, sur la nitrification et la production de l'ammoniaque.

» Comme il fallait s'y attendre, l'influence de ces différentes matières a varié dans de très grandes limites.

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie de l'Université de Besançon.

I. — *Azote nitrifié, en quarante jours, dans 1000gr de terre.*

Nature des substances.	Doses pour 100.	Azote nitrique (en milligr.).
Témoin	»	2,8
Carbonate de potasse	0,1	57,8
Cendres d'écobuage	0,5	10,2
Cendres non lessivées	0,5	19,0
Charrées	0,5	3,3
Carbonate de chaux	2,0	5,3
Argile marneuse	2,0	7,5
Argile brûlée	2,0	7,0
Sulfate de potasse et calcaire	0,1 / 2,0	32,5
Chlorure de potassium et calcaire	0,1 / 2,0	38,0
Chlorure de potassium et scories	0,1 / 0,5	41,5

» On remarquera immédiatement l'efficacité du carbonate de potasse et des engrais potassiques associés au calcaire (¹) ou à des scories de déphosphoration. Les cendres d'écobuage, les cendres non lessivées agissent dans le même sens, mais proportionnellement à leur richesse en carbonate de potasse; les charrées n'ont, à vrai dire, aucune action. L'effet produit par les amendements est relativement très faible, étant donnée surtout l'insuffisance notoire du sol; à remarquer toutefois que le calcaire associé à l'argile, comme dans la marne, devient plus actif.

II. — *Azote ammoniacal formé, en vingt-quatre jours, dans 1000gr de terre.*

Nature des matières employées.	Doses pour 100.	Azote ammoniacal (en milligr.).
Témoin	»	4
Carbonate de potasse	1	15
»	0,5	40
»	0,25	62
»	0,1	82
Carbonate de soude	1	»
»	0,5	46

(¹) Nous avons donné, M. Crochetelle et moi, les raisons de cette efficacité (voir *Comptes rendus*, t. CXVII, CXVIII et CXIX).

Nature des matières employées.	Doses pour 100.	Azote ammoniacal (en milligr.).
Carbonate de chaux.......	1	4,7
Chlorure de potassium..... et scories.....	0,5 1	130
Chlorure de potassium.... et scories....	0,25 0,5	96

» Ce sont encore les carbonates alcalins, à doses faibles, qui accélèrent davantage la production de l'azote ammoniacal; l'action des ferments ammoniacaux, comme celle des ferments nitriques, est paralysée quand on applique des doses de carbonate trop élevées. Le mélange : chlorure de potassium et scories, que M. Ravel emploie avec succès dans la culture des terres tourbeuses, a donné les meilleurs résultats; peut-être la présence de l'acide phosphorique et du fer contenus dans les scories assure-t-elle un meilleur développement des ferments.

» Je voudrais insister particulièrement sur l'inégale efficacité du calcaire et du carbonate de potasse. Pourquoi le carbonate de potasse exerce-t-il dans tous les cas une action des plus manifestes? Pourquoi le calcaire ne devient-il réellement efficace qu'en mélange avec les engrais potassiques?

» Je crois que la cause doit en être attribuée surtout à la puissance dissolvante qu'exerce le carbonate de potasse sur l'humus, à la formation possible d'un humate de potasse éminemment apte à la nitrification. Ce composé fort complexe peut prendre naissance par action directe, et la présence du carbonate de potasse seul suffit pour cela, ou par voie de double décomposition entre l'humate de chaux insoluble et les engrais potassiques : ce qui explique la nécessité d'associer le calcaire au sulfate de potasse ou au chlorure de potassium.

» Quoi qu'il en soit, je persiste à croire que la production de l'humate de potasse est une condition indispensable pour la mise en valeur des terres humifères. Toutes les fois que cette condition ne se trouve pas réalisée, la transformation des matières organiques reste lente et incomplète; la culture des légumineuses, et notamment du trèfle, est littéralement impossible.

» Le trèfle, m'écrit M. Ravel, ne se développe dans les terres tourbeuses du Val-d'Yèvre que lorsqu'on emploie les engrais potassiques. Avec les engrais phosphatés seuls et la chaux, on a beau en semer, pas un pied ne pousse.

» Je ne saurais donc trop recommander, aux cultivateurs qui se proposent de mettre en valeur des terres humifères, de se pénétrer de la nécessité qu'il y a à viser surtout la production des humates alcalins, comme

étant la principale cause déterminante des transformations ultérieures de la matière organique azotée. Ils pourront atteindre ce résultat, si le sol est riche en potasse, par l'apport de la chaux qui mettra peu à peu la potasse en liberté; s'il est pauvre, en associant les engrais potassiques à une proportion relativement faible de calcaire ou de scories lorsque l'acide phosphorique fait défaut. »

M. Delaurier adresse une Note intitulée : « Recherches mathématiques et chimiques sur l'unité de la matière ».

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 13 septembre 1897.)

Note de M. *L. Marchis*, Sur les déformations permanentes du verre, etc. :

Page 436, lignes 9 et 10, *au lieu de* variable classique, *lisez* variable élastique.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 OCTOBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur les miroirs de verre doublé de métal dans l'antiquité;* par M. **Berthelot.**

« On sait que les miroirs sont aujourd'hui fabriqués avec du verre doublé de métal, étain amalgamé, ou argent; mais cette fabrication réclame le concours d'une industrie perfectionnée. Aussi les miroirs antiques, parvenus jusqu'à nous et qui figurent dans les musées et collections, sont-ils construits, en général, en métal et surtout en bronze. Cette circonstance donne de l'intérêt aux faits et aux analyses que je vais exposer.

» M. Th. Robert, conservateur du Musée archéologique de Reims, a déposé le 18 septembre, à mon laboratoire du Collège de France, deux petits miroirs en verre mince, enduits d'une matière inconnue, et trouvés dans les fouilles pratiquées aux lieux dits : la Fosse-Pierre, la Longe et la

Maladrerie (nécropoles gallo-romaines des IIIe et IVe siècles de notre ère). Il y a joint les débris de deux autres, de la même époque, découverts également sur le territoire de Reims, à la Croix-Saint-Marc, dans les premiers jours du mois.

» Voici les résultats de mon examen :

» 1. *Miroir de verre.* — Il est complet, constitué par un morceau de verre à base de soude, bombé à la façon d'un verre de montre, épais d'un demi-millimètre environ (épaisseur un peu variable), de forme arrondie, le diamètre moyen étant de 5^{cm}. Le cercle est un peu irrégulier, à limites polygonales, et comme mâché par endroits, le verre paraissant avoir été découpé avec un instrument tranchant, tel que des ciseaux, plutôt que fendu à l'aide d'une pierre dure. Ce travail n'est pas récent, car la tranche est recouverte par places d'une incrustation de carbonate de chaux, déposée lentement par l'action des eaux souterraines. La surface convexe de l'objet est brillante et lisse; elle représente une calotte sphérique, répondant à une sphère de 20^{cm} de diamètre environ, autant qu'on peut l'évaluer. D'après son aspect, très différent de celui d'un objet moulé, en son épaisseur, ce miroir a dû être préparé par insufflation, c'est-à-dire détaché d'un ballon de verre soufflé suivant un procédé usité depuis les temps de la vieille Égypte. Cet objet forme, d'ailleurs, un tout complet en soi et non brisé. Il a dû être encastré dans un support de métal ou de bois, qui a disparu. Ses dimensions répondent à la petitesse de certains miroirs antiques.

» L'instrument est rendu opaque, en raison de l'existence sur la surface concave d'un enduit, lequel regardé du côté convexe, à travers le verre, offre l'apparence d'un métal en partie oxydé et d'aspect brun rougeâtre, se détachant sur un fond blanc.

» La surface concave vue du côté libre, c'est-à-dire en contact avec l'air, est uniformément blanche jusqu'aux bords, en raison de l'existence d'une substance blanchâtre, qui recouvre complètement l'enduit métallique.

» J'ai détaché, sur un quart de cette surface, à l'aide d'un canif, la substance blanchâtre et l'enduit métallique, en les isolant autant que possible l'un de l'autre. L'enduit est plus adhérent et demeure par places fixé sur le verre, dont il ne peut être séparé entièrement qu'au moyen de l'acide azotique.

» La matière ainsi isolée a été soumise, par parties, à l'action de la chaleur, à celle des acides acétique et azotique, etc.

» J'ai constaté ainsi que :

» 1° L'enduit métallique est constitué par du plomb, en grande partie oxydé. Il n'y a ni or, ni argent, ni cuivre, ni étain, ni antimoine, ni mercure, ni matière organique : ce qui exclut l'emploi d'un encollage, tel que celui employé pour faire adhérer les feuilles métalliques.

» Ce plomb, au moment de son application probablement, a attaqué le verre, qui demeure dépoli et irisé, lorsqu'on a enlevé complètement le métal au moyen de l'acide azotique : ce que j'ai vérifié sur un fragment d'un autre échantillon. Si j'insiste sur ces détails, c'est en raison des renseignements qu'ils fournissent sur le mode de fixation du métal à la surface du verre.

» La substance blanchâtre, beaucoup plus abondante, qui recouvre le plomb est constituée par un mélange de différents composés, savoir : du carbonate de plomb, de la litharge en proportion considérable et surtout du carbonate de chaux, avec une trace de chlorure et une quantité d'oxyde de fer excessivement faible, mais sans sulfates sensibles. La litharge et le carbonate de plomb résultent de l'oxydation du plomb, accomplie en partie au moment de la fabrication du miroir, en partie pendant sa conservation. Le carbonate de chaux a été déposé dans le cours des temps, par la réaction des eaux calcaires de la région sur les objets contenus dans les tombeaux. Quelque portion s'en est même, comme je l'ai dit plus haut, formée sur la tranche du miroir.

» D'après ces résultats, le mode de fabrication du miroir est facile à expliquer. On appliqua le métal en versant une couche mince de plomb fondu dans la concavité du verre, probablement échauffé à l'avance. Tel est d'ailleurs le procédé indiqué comme suivi encore au XIII[e] siècle, d'après Vincent de Beauvais, ainsi que je le dirai tout à l'heure. Cette application a pu se faire sur la calotte sphérique déjà isolée; ou bien dans l'intérieur même du ballon primitif soufflé, ce qui serait peut-être plus prompt et plus régulier. On y aurait alors découpé le miroir, après refroidissement. En tous cas, la pose de couches de plomb aussi minces devait être accompagnée d'une oxydation considérable, comme le savent les chimistes qui ont fondu du plomb.

» L'objet que je viens de décrire était-il usité comme instrument de toilette, ou bien annexé en bossette, comme ornement brillant, à quelque meuble ou coffret? Un tel usage est fort répandu même aujourd'hui, surtout en Orient : c'est un point qui resterait à éclaircir. En tout cas, un miroir convexe de si petites dimensions ne devait pas être d'un usage bien commode pour la toilette. Mais je laisse ce point aux archéologues.

» J'ai décrit d'abord le miroir précédent comme le plus complet. Mais j'ai également soumis les autres morceaux de verre à un examen semblable.

» 2. *Miroir de verre.* — Ce miroir est convexe, sensiblement plus mince que le précédent et plus petit, car son diamètre atteint seulement 3^{cm}; sa courbure est différente et un peu plus prononcée; il est également complet et découpé en forme d'octogone à peu près régulier. Son examen et l'analyse de son enduit métallique reproduisent les mêmes circonstances que celle du précédent, et la même composition chimique; à cela près que cet enduit a disparu cette fois, çà et là, sur la moitié de la surface environ, n'ayant pas été préservé par un dépôt abondant de carbonate de chaux. Celui-ci existe à peine à l'état de trace, la surface libre étant formée surtout par de la litharge. Il semble que ce miroir ait été conservé dans une cavité où n'auraient pas pénétré aussi abondamment les infiltrations souterraines qui ont produit les incrustations calcaires du n° 1. Cependant on trouve encore quelque trace de ces dernières jusque sur la tranche.

» Je remarquerai que la petite dimension du n° 2 le rendait encore moins propre que le n° 1 aux usages de toilette. Il devait être également encastré en bossette, comme objet brillant, dans quelque objet mobilier.

» N° 3. C'est un fragment convexe, brisé et irrégulier, de 5^{cm} de côté sur 3^{cm} environ. L'épaisseur et l'enduit sont analogues à celui du n° 2. La courbure est aussi différente du n° 1; le revêtement métallique est également constitué par du plomb, en grande partie oxydé, avec peu de carbonate de chaux, etc.

» N° 4. Fragment brisé beaucoup plus petit, à enduit analogue. L'épaisseur et la courbure sont identiques à celles du n° 3.

» En somme ces quatre miroirs ou fragments offrent entre eux une grande similitude. Cependant le n° 1 est plus blanc que les autres. Les épaisseurs et les courbures ne coïncident pas exactement, ce qui s'explique par le procédé de fabrication.

» M. Habert m'a adressé en même temps quelques autres fragments de verre de flacons de toilette (moulés), provenant des mêmes fouilles, sous les titres suivants :

» N° 5. Verre irisé : or.

» N° 6. Verre irisé : argent.

» Ce sont des fragments de verre, dont quelques-uns sont réduits en feuillets excessivement minces. Les physiciens savent que, dans ces conditions, le verre acquiert toutes sortes de colorations, déterminées par la minceur des lamelles. En fait, les feuillets des objets que j'ai examinés,

malgré leur éclat doré ou argenté très vif et parfois uniforme, ne renfermaient aucune trace d'or ou d'argent. Il y a là une cause d'erreur, contre laquelle les archéologues doivent se tenir en garde. On y serait surtout exposé dans l'examen d'objets tels que le suivant:

» N° 7. Fragments opaques, blancs, semblables à de la porcelaine, ou à de la faïence. L'un d'eux formait le bord d'un vase; il porte une série de fines lignes, parallèles, dorées.

» Or l'examen chimique a montré que ces fragments sont en réalité du verre altéré et recouvert par une sorte de vernis brillant, excessivement mince, de carbonate de chaux. C'est la minceur de cette couche qui produit la teinte dorée, sans qu'il y ait la moindre trace d'or véritable. Après avoir subi l'action d'un acide, le verre sous-jacent reparaît avec sa transparence.

» J'ajouterai, pour compléter les résultats de l'examen des échantillons envoyés par M. Habert, qu'on y rencontre des fragments de calcaire crayeux naturel, très abondant, dont la présence explique l'action incrustante des eaux.

» Ces faits, constatés par l'analyse chimique, établissent l'existence de miroirs de verre doublés de métal dans l'antiquité. Comme le fait est intéressant pour l'histoire des arts industriels, je me suis préoccupé de rechercher les textes anciens et les résultats déjà connus à cet égard.

» Pline parle surtout des miroirs de métal de bronze et d'argent : il signale notamment les miroirs fabriqués à Brundusium, avec un alliage d'étain, et dans lesquels j'ai retrouvé l'origine même du nom du *bronze*, si longtemps incertaine, d'après plusieurs manuscrits anciens, grecs et latins ([1]). Ces miroirs métalliques existent dans nos musées : entre autres j'en ai analysé un d'Égypte, envoyé par Mariette et datant du XVIIe ou XVIIIe siècle avant notre ère ([2]). Pline signale également les miroirs de verre inventés à Sidon et spécialement certains miroirs noirs (d'obsidienne), mais sans dire un mot de leur revêtement métallique. Le seul texte antique qui soit connu à cet égard est une phrase ([3]) des *Problemata* (I, 132) d'Alexandre d'Alphrodisias (IIIe siècle après J.-C.), commentateur d'Aristote, ou plutôt d'Alexandre de Tralles (VIe siècle) : Διὰ τί τὰ ὑέλινα

([1]) *Introduction à la Chimie des anciens*, p. 278, et surtout mon *Histoire de la Chimie au moyen âge*, t. Ier, p. 357.

([2]) *Introduction à la Chimie des anciens*, p. 301.

([3]) IDELER, *Physici et medici minores*, t. Ier, p. 45.

κάτοπτρα λάμπουσιν ἄγαν; ὅτι ἔνδοθεν αὐτὰ χρίουσι κασσιτέρω. « Pourquoi les mi-» roirs de verre ont-ils un si vif éclat? Parce qu'on les revêt intérieurement » d'étain. » J'ai trouvé ce texte cité dans Beckmann (*Geschichte der Erfindungen*, t. III, p. 501 et suivantes; 1792). M. Salomon Reinach a eu l'obligeance de me l'indiquer depuis, d'après l'Ouvrage de Blumner (*Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste in Alterthum*, t. IV; 1884), lequel est moins complet; il m'a signalé aussi un fragment de miroir doublé d'une feuille d'or, trouvé au camp romain de Saalbourg; et un passage des *Bonner Jahrbücher*, t. LXXV, p. 156, où il est en outre question de miroirs analogues trouvés à Ratisbonne.

» L'usage des feuilles de métal, or, argent, cuivre, fer, étain ([1]), était courant dans les arts chimiques et dans l'orfèverie des anciens et du moyen âge; la fabrication des feuilles d'or et d'argent a été souvent décrite ([2]). On appliquait ces feuilles par encollage sur verre, entre autres. Les artistes ont dû s'apercevoir bien vite que les images étaient réfléchies par des objets ainsi doublés. Il existe aussi des objets de verre antique où une feuille d'or a été comprise entre deux épaisseurs de verre. Le texte des *Problemata* atteste l'emploi des feuilles d'étain pour cet objet, au temps de l'Empire romain. Mais il est difficile d'obtenir ainsi des surfaces réfléchissantes parfaitement régulières.

» De là l'usage du plomb fondu, qui s'étalait uniformément, usage attesté par le présent examen des petits miroirs de Reims. Au XIII[e] siècle de notre ère, son emploi est décrit expressément par Vincent de Beauvais (*Speculum naturale*, II, 78) : *Specula vitrea plumbo subducta*. Cet auteur indique comment on versait le plomb fondu sur le verre chaud; Roger Bacon en parle également, et le faux Raymond Lulle.

» On sait qu'à cette époque du moyen âge eut lieu une première renaissance, en tout ordre, et spécialement dans les arts industriels. Cette renaissance procédait des traditions antiques, conservées par les pratiques des ateliers, ainsi que je l'ai établi dans mon Ouvrage sur l'*Histoire de la Chimie au moyen âge* (t. I, *Transmission de la Science antique*). On en rencontre ici une nouvelle preuve, l'origine traditionnelle des recettes de Vincent de Beauvais, dans la question actuelle étant établie par les présentes analyses.

([1]) Voir la liste des signes alchimiques dans mon *Introduction à la Chimie des anciens*, p. 104 et suiv.

([2]) *Collection des anciens alchimistes grecs*, traduction, p. 363.

» Plus tard, à Murano ce semble, vers la fin du XVe siècle, on remplaça le plomb fondu, qui exigeait l'emploi de la chaleur et dès lors celui de verres minces, pour éviter la fracture des objets, et qui fournissait d'ailleurs un métal sombre, par l'emploi de l'étain amalgamé, plus blanc et plus brillant, liquide dès la température ordinaire et susceptible dès lors d'être appliqué à froid sur des surfaces planes et épaisses : ce fut l'origine des célèbres glaces de Venise. Cet emploi est décrit par Porta (*Magia naturalis*) divers auteurs du XVIe siècle. De nos jours, un nouveau progrès a remplacé et par l'étain amalgamé par l'argent précipité chimiquement et dont la mise en œuvre est à la fois plus économique et plus conforme aux règles de l'hygiène. Si je donne ces détails, nouveaux ou peu connus, c'est qu'il est toujours intéressant de remonter à l'origine et au développement successif des inventions. »

BOTANIQUE. — *Du nombre et de la symétrie des faisceaux libérovasculaires du pétiole, dans la mesure de la gradation des végétaux.* Par M. **Ad. Chatin.**

« Je me suis occupé, en de précédentes Notes, des Gamopétales hypogynes et des Gamopétales périgynes; la présente Communication a pour objet les Dialypétales périgynes.

» J'expose, séparément, les faits, pour certaines familles, dans les espèces *arborescentes* et les espèces *herbacées,* afin de mettre en relief les différences, bien inattendues, observées dans ces deux catégories de végétaux.

DICOTYLÉDONES DIALYPÉTALES PÉRIGYNES.

UN SEUL FAISCEAU AU PÉTIOLE.

» *Légumineuses arborescentes.* — Albizia Julibr., Amorpha frut., Anagyris fœt. ([1]), Baptisia ([1]), Bauhinia, Calycotoma ([2]), Caragana ([1]), Cassia flor., Ceratonia, Cercis ([1]), Colutea ([2]), Coronilla Em. ([1]), Crotolaria, Cytisus capit. ([1]), Edwarsia gr. ([1]), Erythronia, Gleditschia ([1]), Gymnocladus can. (2), Halimodendron arg., Laburnum vulgare, Laburnum alpinum ([1]), Ononis frut. ([1]), Psoralea bilum. ([1]), Robinia ([3]), Sarothamnus junc., Schotia tub., Sutherlandia flor., Virgilia lutea ([2]), Sophora jap. ([3]).

([1]) Trois faisceaux à l'extrême base.

([2]) Cinq faisceaux à l'extrême base.

([3]) Assez nombreux faisceaux, se rapprochant en un cercle. La conjonction complète a rarement lieu quand il y a plus de cinq faisceaux.

» *Rosacées arborescentes.* — Amelanchier, Amygdalus, Aria lan., Armeniaca ([1]), Aronia, Cerasus, Corchorus ([1]), Cotoneaster ([1]), Cratægus ([1]), Cydonia ([1]), Eriobutrya ([1]), Malus ([1]), Mespilus ([1]), Persica ([1]), Photinia ([1]), Prunus ([1]), Pterophyliana ([1]), Purchia, Pyrus ([1]), Quillaja ([1]), Rapholopis ([1]), Rhodotypus ([1]), Rosa ([2]), Sorbus ([1]), Siranviera, Spiræa rip., salicif. et ulmifolia ([1]).

» *Calycanthées.* — Calycanthus ([1]), Cheinomele ([1]), Chinomanthus.

» *Granatées.* — Punica gr.

» *Myrtacées.* — Billotia, Callistemon ([1]), Eucalyptus ([2]), Eugenia, Jambosa, Leptostemon, Metrosyderos ([1]), Myrtus com. ([1]), Psidium pôm.

» *Rhamnées.* — Hovenia, Hottea afr. ([1]), Paliurus ([1]), Pomaderis ([1]), Rhamnus cath. et R. Frang., Zizyphus ([1]).

» *Célastrinées.* — Evonymus Jap. et E. europ., Staphylea pin. ([2]).

» *Ilicinées.* — Ilex aquifolium, Ilex balearica ([1]).

» *Térébinthacées.* — Pistacia Lent., Schinus mol. ([2]).

» *Philadelphées.* — Deutzia ([1]), Philadelphus ([1]).

» *Lythrariées.*— Clarkia, Cuphea, Etricaria, Heimea, Lagerstrœmia, Lythrum ([2]).

» *Onothérées.*— Circæa, Clarkia, Epilobium, Fuchsia, Gaura, Isuardia, Jussieua, Lopezia, Onothera bien. et O. parvifl. ([3]).

» *Myriophyllées.* — Hippuris, Myriophyllum ([4]).

» *Hamamelidées.* Perrotia persica.

TROIS FAISCEAUX.

» *Légumineuses herbacées.* — Coronilla min. et C. varia, Crotolaria, Dorycnium herbac., Genista tinct., Kennedia, Latyrhus, Lotus corn., Melilotus offic., Ononis mitiss., Soja hisp., Sutherlandia, Thermopsis, Trifolium, Vicia crac.

» *Rosacées herbacées.* — Alchemilla alp. et A. vulg., Potentilla fragar. et P. recta, Poterium sang., Spiræa Filipend., Valdenstenia.

» *Térébinthacées.* — Cneorum.

» *Loasées.* — Loasa vulc.

» *Ribésiées.* — Ribes gross. et R. rubra.

» *Saxifragées.* — Heuchera, Telima, Tiarella.

CINQ FAISCEAUX.

» *Légumineuses herbacées.* — Amicia zyg., Anthyllis vulner., Arachis, Astragalus frig. et A. glyciph., Desmodium can., Hedysarum, Lablab, Lathyrus, Lupinus var., Medicago sat. et Lup., Orobus, Pisum, Psoralea bit., Rhynchosia, Schotia.

([1]) Trois faisceaux à l'extrême base.

([2]) Cinq faisceaux à l'extrême base.

([3]) Fait à noter, la conjonction des faisceaux n'a lieu que dans les feuilles caulinaires à la deuxième année.

([4]) L'unité de faisceau se rattache à la structure de la tige, celle-ci n'ayant qu'un roupe vasculaire central.

» *Rosacées herbacées.* — Agrimonia, Aremonia agrim., Fragaria chit. et Fr. vesca, Geum cocc. G. riv. et Guerb. Potentilla rept. et P. pensylv.

» *Myrtacées.* — Melaleca.

» *Protéacées.* — Grevillea, Hakea, Lomata.

» *Ombellifères.* — Coriandrum.

SEPT FAISCEAUX.

» *Légumineuses.* — Acacia longifolia ([1]), Arachis, Galega, Mimosa pudica.

» *Rosacées.* — Rubus odor. et R. frut. ([a]), Spiræa, Ulmaria, Waldensteinia.

» *Térébinthacées.* — Rhus cor. et R. Cot., Schinus mol.

» *Passiflorées.* — Passiflora edulis.

» *Onothérées.* — Onothera biennis ([2]).

» *Monimiées.* — Corinocarpus lævig.

» *Ombellifères.* — Bupleurum angul. et B. frutic., Carum Carvi, Crithmum mar., Sium angustif.

NEUF A ONZE FAISCEAUX.

» *Légumineuses.* — Erythroxylon crus. Gal., Glycirrhiza gl., Phaseolus compr. et P. vulg.

» *Rosacées.* — Chrysantha, Sanguisorba offic.

» *Onothérées.* — Onothera paucifl. ([b]).

» *Cactées.* — Tetragonia exp.

» *Hydrangées.* — Hydrangea Jap. et H. Quercif.

» *Passiflorées.* — Passiflora cœr.

» *Saxifragées.* — Saxyfraga Aiz. et S. crassifolia.

Araliacées. — Hedera Hel.

» *Ombellifères.* — Ægopodium, Æthusa cyn., Angelica off., Apium dulce, Chærophyllum aur. et C. sat. Crytmum mar., Daucus Hydrocotyle bonar., Petroselinum, Pimpinella sa. et P. magna, Scandix pecten V., Sium nodifl.

NOMBREUX FAISCEAUX.

» *Légumineuses.* — Apios ([3]), Desmodium mol., Dolichos ([1]), Wisteria ([1]).

» *Rosacées.* — Spiræa Arunc.

» *Térébinthacées.* — *Rhus Typhina.*

([a]) Les Rubus, à tiges ligneuses, il est vrai, mais annuelles, ne conjuguent pas plus leurs faisceaux que de simples herbes, seulement parfois cinq au lieu de sept.

([1]) Les feuilles sont arrêtées à l'état de cladodes; pas de conjonction des faisceaux.

([2]) Feuilles de première année.

([b]) Feuilles radicales.

([3]) Plantes volubiles ou grimpantes, le plus souvent à pétioles polyfasculaires, comme à tiges anomales.

» *Mésembryanthémées.* — Mesembryanthemum crist.

» *Begoniacées.* — *Begonia.*

» *Saxifragées.* — Saxifraga orn.

» *Araliacées.* — *Aralia* spin.

» *Ombellifères.* — Anthriscus, Astrantia, Bubon galb., Cicuta vir., Conium mac., Eryngium, Falcaria, Fœniculum, Heracleum, Imperatoria Ostr., Lasserpitium, Libanotis mont., Ligusticum Livest., Meum, Molospermum, Myrrhis, Œnanthe, Opoponax, Pastinaca, Phellandrium, Sanicula, Silaus, Siler, Smyrnium, Thapsia, Trinia ([1]).

» Des aperçus d'ordres divers ressortent des faits ci-dessus exposés.

» On reconnaît tout d'abord que, comme les Gamopérigynes, les Dialopérigynes se partagent en deux groupes, suivant que le pétiole est à un ou à plusieurs faisceaux.

» Au premier groupe, à complète localisation du système fibrovasculaire, appartiennent, avec les importantes familles des Légumineuses et des Rosacées et leurs annexes, les Térébinthacées (*pro parte*), les Granatées, Calycanthées, Myrtacées (*Melaleum* excl.), Philadelphées, Rhamnées, Célastrinées, Evonymées, Ilirinées, plantes arborescentes; les Lythrariées, Onuthérées et Myriophyllées, à espèces herbacées.

» Font partie du second groupe, avec la grande famille des Ombellifères, les Araliacées, Ribésiées, Saxifragées; Bégoniacées, Hydrangées, Passiflorées, Protéacées, Monimiées, Portulacées, Cactées et Mésembryanthémées, aux faisceaux du pétiole multiples.

» Par le nombre toujours grand, souvent indéfini, des faisceaux; par le pétiole engainant et le limbe multiséqué (*Bupleurum* excl.), ou mieux multipartite, jamais pinnatinervé, de leurs feuilles, les Ombellifères sont les plus abaissées des Dialypétales périgynes, comme le sont, parmi les Gamopérigynes, les Composées, aux verticilles floraux non localisés et aux faisceaux du pétiole toujours nombreux, même dans leurs rares espèces ligneuses.

» On vient de voir, dans le premier groupe, les Rosacées et les Légumineuses en tenir la tête par la conjonction des faisceaux, mais elles ne doivent ce premier rang qu'à leurs espèces arborescentes (*Acacia, Mimosa,*

([1]) On a pu compter le nombre de faisceaux suivants : *Falcaria* 13, Fenouil 15, Grande Ciguë 17, *Silaus prat.* 19, Myrrhis odor. 23, *Heracleum Sphond.* 51, comme chez l'*Aralia spinosa;* du reste, la variabilité croît, par fusions ou séparations, avec le nombre.

Amygdalus, Pyrus, etc.), la conjugaison des faisceaux n'ayant lieu dans aucune de leurs espèces herbacées (*Medicago, Trifolium, Vicia,* etc. : Légumineuses; *Fragaria, Geum, Potentilla :* Rosacées).

» Telle est même l'absolue relation, dans les Rosacées et Légumineuses, quant au type unitaire et la pluralité des faisceaux avec la nature soit ligneuse, soit herbacée, que dans un même genre à espèces, les unes ligneuses, les autres herbacées, les premières seules n'ont qu'un faisceau, la pluralité de ceux-ci étant au contraire générale dans les autres.

» C'est ainsi que, dans le grand Genre des Spirées, les *Spiræa crenata, hypericifolia, ulmifolia* et *salicifolia,* frutescents, ont un seul faisceau, tandis que les *Spiræa Aruncus, Filipendula* et *Ulmaria,* bien que très grandes herbes, ont des faisceaux nombreux.

» Les Coronilles et Ononis présentent, chez les Légumineuses, des faits de même ordre que les Spirées parmi les Rosacées.

» Le *Coronilla Emerus,* frutescent, n'a qu'un faisceau; on en compte trois dans les *Coronilla minima, montana* et *varia,* plantes herbacées. Des faits correspondants se retrouvent : dans l'*Ononis fruticosa* d'une part, les *Ononis Natrix, repens* et *subocculta* d'autre part.

» Par contre, le *Bupleurum fruticosum,* dans les Légumineuses, comme le *Baccharis* et le *Tarchonanthus* chez les Composées, a, quoique arborescent, plusieurs faisceaux : c'est que Ombellifères et Composées occupent respectivement le plus bas échelon dans leur classe.

» Il est digne de remarque que la consistance ligneuse, si elle répond à une pousse annuelle et non pérennante, n'entraîne pas la conjonction des faisceaux. C'est ainsi que les Ronces, dont les vigoureuses pousses disparaissent chaque année comme de simples herbes, ont des faisceaux multiples, tandis que, non loin d'elles, les Rosiers, vraiment arborescents, appartiennent au type unitaire.

» A noter que le type unitaire du pétiole de l'*Hippuris* et du *Myriaphyllum,* lequel se retrouvera dans bon nombre de Monocotylédones aquatiques, y change tout à fait de signification, attendu qu'il se rattache à une véritable dégradation de la tige réduite à un seul paquet libéroligneux central.

» Les Onothérées, plantes herbacées, du type unitaire, ont donné lieu à l'observation suivante, bien inattendue :

» L'*Onothera biennis* est, comme son nom l'indique, plante bisannuelle. Or, ayant pu observer la plante de première année, réduite à une rosette de feuilles radicales, et la plante, fleurie, de deuxième année, ce n'est pas

sans surprise que je constatai, dans la première, sept faisceaux, tandis qu'un seul se montrait chez les feuilles caulinaires de la plante florifère.

» L'évolution anatomique s'était donc produite parallèlement à l'évolution morphologique pour la floraison.

» L'*Onothera parviflora* présenta des faits semblables.

» Étendant alors ces observations à des Corolliflores bisannuelles (*Digitalis, Thapsus*), je constatai, cette fois sans surprise, étant donné le rang élevé des Corolliflores, que la localisation des faisceaux en un seul y est complète dans les feuilles de première année. C'est là, il faut le reconnaître, un nouveau caractère à joindre à tous ceux par lesquels s'affirme la suprématie des Gamopétales hypogynes sur les autres classes de Dicotylédones.

» Remarquons, en terminant, que la division, par l'illustre Tournefort, des végétaux en *Arbres* et en *Herbes*, est pleinement justifiée par l'anatomie, au moins pour les Rosacées et les Légumineuses, groupes naturels sur lesquels portèrent le plus de critiques. »

CORRESPONDANCE.

M. E. Maumené prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les Candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Chimie.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le second trimestre de* 1897. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations :

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches ; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps moyen civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches, exprimées en millionièmes de l'aire d'une hémisphère et réduites au centre du disque ; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenues dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Le nombre des observations faites pendant ce trimestre est de 58.

Tableau I. — *Taches*.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1897.	0,07		
26- 2	5	1,5	−13		90
6- 7	2	1,8		+ 2	48
29- 8	6	3,3		+ 3	97
6- 8	3	3,8	− 7		97
2- 8	4	5,4		+11	24
2- 8	4	7,5	− 2		84
6-14	4	9,7		+ 6	35
6-14	4	10,4		+ 2	374
6- 8	3	10,8		+ 7	
8	1	11,3	− 5		25
14	1	12,3	− 6		7
14	1	13,4	− 5		2
16-17	2	15,6		+ 2	12
14	1	16,1	− 6		3
21	1	16,2		+ 7	116
23	1	24,5		+ 2	2
26	1	28,6		+ 1	2
29	1	29,3		+ 8	11
26-29	3	30,3		+ 4	2
	14 j.		− 6°,3	+ 5°,0	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Mai 1897.	0,17		
29-10	7	4,8	−12		530
3- 5	3	6,8	− 7		10
3-12	7	6,9		+ 3	95
4- 5	2	8,1		+ 6	4
6	1	9,0		+ 8	4
5	1	10,5	−21		4
12	1	12,7		+21	7
8-14	4	13,3		+ 5	5
20	1	22,7	− 1		4
19-26	5	24,3		+ 2	22
24-25	2	25,0		+13	2
25- 5	1	31,3	− 9		302
	18 j.		−10°,0	+ 8°,3	
		Juin 1897.	0,27		
29- 5	7	2,7	−17		25
12-16	5	10,6	−17		153
12	1	14,3		+ 7	3
22-26	5	21,8		+ 8	13
21-22	2	26,0	−12		3
21- 3	12	27,5	− 9		122
	26 j.		−13°,8	+ 7°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude*.

1897.	Sud 90°-40°.	Sud 40°-30°.	Sud 30°-20°.	Sud 20°-10°.	Sud 10°-0°.	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°.	Nord 10°-20°.	Nord 20°-30°.	Nord 30°-40°.	Nord 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Avril......	»	»	»	1	6	7	11	10	1	»	»	»	18	1032
Mai........	»	»	1	1	3	5	7	5	1	1	»	»	12	989
Juin.......	»	»	»	3	1	4	2	2	»	»	»	»	6	320
Totaux ..	»	»	1	5	10	16	20	17	2	1	»	»	36	2341

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1897.	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Avril........	»	»	1	3	9	13	20	13	6	1	»	»	33	27,8
Mai..........	»	»	1	4	7	12	12	7	4	1	»	»	24	20,1
Juin.........	»	»	2	8	5	15	17	11	5	1	»	»	32	22,5
Totaux...	»	»	4	15	21	40	49	31	15	3	»	»	89	70,4

» *Taches.* — Le nombre des groupes notés (36) est inférieur d'une unité sur celui du trimestre précédent, mais leur surface totale a diminué de plus de moitié; on a, en effet, 2341 millionièmes au lieu de 5963.

» Le mois de juin a présenté un minimum très accentué, et le Soleil a été noté 11 fois sans tache au cours du trimestre; par contre, deux groupes ont été visibles à l'œil nu, en mai :

$$\lambda\, 4,8 \quad \beta - 12^\circ \text{ surface } 530 \quad \text{et} \quad \lambda\, 31,3 \quad \beta - 9^\circ \text{ surface } 302.$$

» Enfin, en avril, les taches se sont montrées en plus grand nombre dans l'hémisphère boréal que dans l'autre hémisphère, et, au total, on a 16 groupes au sud et 20 au nord, nombres qui étaient respectivement 22 et 15 le précédent trimestre.

» *Régions d'activité.* — Par suite de l'augmentation des facules dans l'hémisphère boréal, le nombre total des groupes notés a augmenté presque d'un tiers (89 au lieu de 64); leur répartition de chaque côté de l'équateur est de 40 au sud et 49 au nord, au lieu de 40 au sud et 24 au nord, fournis par le premier trimestre. Néanmoins, la surface totale de ces 89 groupes est de 70,4 millièmes, nombre peu différent (63,4) de celui qui avait été précédemment obtenu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Systèmes orthogonaux pour les dérivées des fonctions thêta de deux arguments.* Note de M. E. JAHNKE, présentée par M. Hermite.

« En poursuivant les profondes recherches dues à Weierstrass et à MM. Hermite et H. Weber, M. F. Caspary a découvert le système orthogonal des seize produits de fonctions thêta de deux arguments. Ce système, qui comprend toutes les relations *algébriques* entre lesdites fonctions, est

le suivant :

$$(\Gamma)\quad \begin{cases} f_0 & f_{01} & -f_{03} & -f_{24}, \\ -f_2 & f_{12} & f_{23} & -f_{05}, \\ f_4 & -f_{14} & f_{34} & -f_{02}, \\ f_{13} & f_3 & f_1 & f_5, \end{cases}$$

où

$$f_{\alpha\beta} = \mathfrak{I}_{\alpha\beta}(x_1, x_2)\,\mathfrak{I}_{\alpha\beta}(y_1, y_2).$$

» M. F. Caspary obtient ce système en composant au moyen des deux quadruples de paramètres α_μ, β_μ ($\mu = 1, 2, 3, 4$), un système orthogonal de seize coefficients (g_{ij}) $(i, j = 1, 2, 3, 4)$ et en choisissant pour l'un et l'autre des quadruples le même système göpeléen de fonctions thêta de deux arguments (voir *Journal für d. reine u. angew. Math.*, t. XCIV).

» Je vais donner, dans cette Note, une nouvelle application de la méthode due à M. F. Caspary et communiquer de nouveaux systèmes orthogonaux comprenant, d'une façon elle-même concise, les relations *différentielles* qui existent entre les fonctions thêta de deux arguments.

» Je les déduis en substituant dans lesdites expressions des coefficients g_{ij} les valeurs suivantes des huit paramètres α_μ, β_μ :

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \theta_5^{(n)}(x_1+y_1, x_2+y_2), & \beta_1 &= \theta_5\,(x_1-y_1, x_2-y_2), \\ \alpha_2 &= \theta_{01}^{(n)}(x_1+y_1, x_2+y_2), & \beta_2 &= \theta_{01}(x_1-y_1, x_2-y_2), \\ \alpha_3 &= \theta_4^{(n)}(x_1+y_1, x_2+y_2), & \beta_3 &= \theta_4\,(x_1-y_1, x_2-y_2), \\ \alpha_4 &= \theta_{23}^{(n)}(x_1+y_1, x_2+y_2), & \beta_4 &= \theta_{23}(x_1-y_1, x_2-y_2), \end{aligned}$$

et en employant les formules pour la transformation de second degré, où j'ai adopté la notation des fonctions thêta que l'on doit à Weierstrass et désigné par θ les fonctions avec les modules $2\tau_{11}$, $2\tau_{12}$, $2\tau_{22}$ et par $f^{(n)}$ ou la somme de Leibnitz

$$\frac{\partial^n f(x_1, x_2)}{\partial x_1^n}dx_1^n + \binom{n}{1}\frac{\partial^n f(x_1, x_2)}{\partial x_1^{n-1}\partial x_2}dx_1^{n-1}dx_2 + \ldots + \frac{\partial^n f(x_1, x_2)}{\partial x_2^n}dx_2^n,$$

ou un seul terme de cette somme.

» En posant, de plus, $y_\nu = x_\nu$ ($\nu = 1, 2$), je tire de mes recherches, relatives aux fonctions thêta de deux arguments (voir *Sitzungsber. d. Berl. Ak.*, t. XXXIX, p. 1025-1028), immédiatement le théorème :

» I. *Les $n^{\text{ièmes}}$ dérivées des carrés des fonctions thêta de deux arguments forment, dans l'arrangement* (Γ), *les seize coefficients d'un système orthogonal* (g_{ij}).

» En posant $y_\nu = -x_\nu$ ($\nu = 1, 2$), il n'existe pas de systèmes orthogonaux pour n impair; pour $n = 2\rho$, on a de nouveaux systèmes orthogonaux établis dans le théorème :

» II. *Soient x_1, x_2 des arguments quelconques. En posant*

$$\begin{aligned}\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)} = \vartheta_{\alpha\beta}(x_1, x_2)\vartheta_{\alpha\beta}^{(2\rho)}(x_1, x_2) - \binom{2\rho}{1}\vartheta'_{\alpha\beta}(x_1, x_2)\vartheta_{\alpha\beta}^{(2\rho-1)}(x_1, x_2)\\ + \binom{2\rho}{2}\vartheta''_{\alpha\beta}(x_1, x_2)\vartheta_{\alpha\beta}^{(2\rho-2)}(x_1, x_2) - \ldots + \frac{1}{2}(-1)^\rho\binom{2\rho}{\rho}\vartheta_{\alpha\beta}^{(\rho)^2}(x_1, x_2)\\ (\rho = 1, 2, 3, \ldots),\end{aligned}$$

et en désignant par $\mathfrak{f}_\lambda^{(2\rho)}$ les expressions analogues, les seize fonctions $\mathfrak{f}_{\alpha\beta}^{(2\rho)}$ ($\alpha, \beta = 0, 1, 2, 3, 4$), $\mathfrak{f}_\lambda^{(2\rho)}$ ($\lambda = 0, 1, 2, 3, 4, 5$) forment, dans l'arrangement (Γ), *les coefficients d'un système orthogonal* (g_{ij}).

» Pour $\rho = 1$, ce système orthogonal prend la forme remarquable

$$\begin{array}{llll}\vartheta_0^2(x)d^2\log\vartheta_0(x), & \vartheta_{01}^2(x)d^2\log\vartheta_{01}(x), & -\vartheta_{03}^2(x)d^2\log\vartheta_{03}(x), & -\vartheta_{24}^2(x)d^2\log\vartheta_{24}(x),\\ -\vartheta_2^2(x)d^2\log\vartheta_2(x), & \vartheta_{12}^2(x)d^2\log\vartheta_{12}(x), & \vartheta_{23}^2(x)d^2\log\vartheta_{23}(x), & -\vartheta_{04}^2(x)d^2\log\vartheta_{04}(x),\\ \vartheta_4^2(x)d^2\log\vartheta_4(x), & -\vartheta_{14}^2(x)d^2\log\vartheta_{14}(x), & \vartheta_{34}^2(x)d^2\log\vartheta_{34}(x), & -\vartheta_{02}^2(x)d^2\log\vartheta_{02}(x),\\ \vartheta_{13}^2(x)d^2\log\vartheta_{13}(x), & \vartheta_3^2(x)d^2\log\vartheta_3(x), & \vartheta_1^2(x)d^2\log\vartheta_1(x), & \vartheta_5^2(x)d^2\log\vartheta_5(x),\end{array}$$

où

$$\vartheta(x) = \vartheta(x_1, x_2).$$

» Comme corollaire de ce théorème on a, pour $x_1 = x_2 = 0$:

» III. En désignant par $c_p^{(2n)}$ et $c_i^{(2n-1)}$ les valeurs respectives que la fonction paire $\vartheta_p^{(2n)}(x_1, x_2)$ et la fonction impaire $\vartheta_i^{(2n-1)}(x_1, x_2)$ prennent pour $x_1 = x_2 = 0$, les constantes $C_p^{(4\rho)}$, $C_i^{(4\rho)}$; $C_p^{(4\rho+2)}$, $C_i^{(4\rho+2)}$ définies par les égalités

$$\begin{aligned}C_p^{(4\rho)} &= c_p c_p^{(4\rho)} + \binom{4\rho}{2} c''_p c_p^{(4\rho-2)} + \ldots + \frac{1}{2}\binom{4\rho}{2\rho} c_p^{(2\rho)^2},\\ C_i^{(4\rho)} &= \binom{4\rho}{1} c'_i c_i^{(4\rho-1)} + \binom{4\rho}{3} c'''_i c_i^{(4\rho-3)} + \ldots + \binom{4\rho}{2\rho-1} c_i^{(2\rho-1)} c_i^{(2\rho+1)}\\ &\qquad (\rho = 1, 2, 3, \ldots);\\ C_p^{(4\rho+2)} &= c_p c_p^{(4\rho+2)} + \binom{4\rho+2}{2} c''_p c_p^{(4\rho)} + \ldots + \binom{4\rho+2}{2\rho} c_p^{(2\rho)} c_p^{(2\rho+2)},\\ C_i^{(4\rho+2)} &= \binom{4\rho+2}{1} c'_i c_i^{(4\rho+1)} + \binom{4\rho+2}{3} c'''_i c_i^{(4\rho-1)} + \ldots + \frac{1}{2}\binom{4\rho+2}{2\rho+1} c_i^{(2\rho+1)^2}\\ &\qquad (\rho = 0, 1, 2, \ldots)\end{aligned}$$

forment, dans l'arrangement (Γ), les coefficients de deux systèmes orthogonaux (g_{ij}).

» Tout particulièrement, à la valeur $\rho = 0$ correspond le système ortho-

gonal très simple

$$\begin{array}{cccc} c_0 c''_0 & c_{01} c''_{01} & -c_{03} c''_{03} & -c'^2_{24} \\ -c_2 c''_2 & c_{12} c''_{12} & c_{23} c''_{23} & -c'^2_{04} \\ c_4 c''_4 & -c_{14} c''_{14} & c_{34} c''_{34} & -c'^2_{02} \\ c'^2_{13} & c'^2_{3} & c'^2_{1} & c_5 c''_5 \end{array}$$

» En poursuivant ces recherches, j'ai été conduit à représenter, d'une façon linéaire, les deuxièmes dérivées logarithmiques des fonctions thêta de deux arguments et plus généralement les fonctions $\mathfrak{f}^{(2\rho)}_{\alpha\beta}$, $\mathfrak{f}^{(2\rho)}_{\lambda}$ définies dans le théorème II, au moyen des carrés des fonctions thêta. Je déduirai, dans une autre occasion, ces résultats d'où découlent, comme cas particuliers, de nombreuses formules découvertes par MM. Königsberger (voir *Journal f. d. reine u. angew. Math.*, t. LXV, p. 342), Krause (voir *Die Transformation der hyperelliptischen Functionen erster Ordnung*, B.-G. Teubner, Leipzig), Pascal (voir *Ann. di Mat.*, t. XXIV) et Bertolani (*Batt. Giorn.*, t. XXXIII et XXXIV). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des congruences différentielles linéaires.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Picard.

« La théorie des congruences algébriques, en ses traits essentiels, due à Galois, est, comme l'on sait, une généralisation directe de la théorie des congruences ordinaires.

» Je me permets de faire, dans les lignes qui suivent, quelques remarques sur une généralisation analogue.

» Nous regardons des expressions différentielles linéaires,

$$Dy = \sum_{i=0}^{i=n} a_i \frac{d^i y}{dx^i},$$

à coefficients entiers, et nous comprenons le produit de deux telles expressions à la manière symbolique de Boole (¹).

» En considérant les expressions $D_1 y$ et $D_2 y$ seulement suivant le module premier p, nous regardons comme équivalentes deux expressions $D_1 y$

(¹) Boole, *Differential equations*, p. 381.

et $D_2 y$, liées par l'équation

$$D_1 y = D_2 y + p D_3 y,$$

et nous exprimons cette égalité par la congruence

$$D_1 y \equiv D_2 y \pmod{p}.$$

» En rejetant en une expression Dy les membres, dont les coefficients sont multiples de p, nous supposons que le coefficient de la dérivée la plus haute de y est premier avec p; l'ordre de cette dérivée est l'ordre de Dy.

» Soit

$$Dy \equiv D_1 y D_2 y \pmod{p},$$

nous disons que $D_1 y$ et $D_2 y$ sont diviseurs de Dy suivant le module p. Chaque expression Dy est divisible par les $p - 1$ nombres d'un système de restes premier avec p. Nous considérons ces $(p-1)$ nombres : $a_1, a_2, \ldots, a_{p-1}$ comme des *unités*.

» Dans un système de $p - 1$ expressions *associées*

$$a_1 Dy, \quad a_2 Dy, \quad \ldots, \quad a_{p-1} Dy,$$

nous appelons *principale* celle dont le coefficient de la plus haute dérivée est congru à 1 suivant le module p.

» L'algorithme d'Euclide, pour trouver le plus grand commun diviseur de deux nombres donnés, se retrouve immédiatement. Soient $D_1 y$ et $D_2 y$ deux expressions, on forme facilement une série de congruences :

$$(a) \qquad \left\{ \begin{array}{l} D_1 y \equiv \mathfrak{D}_1 y D_2 y + D_3 y \\ D_2 y \equiv \mathfrak{D}_2 y D_3 y + D_4 y \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ D_{r-2} y \equiv \mathfrak{D}_{r-2} y D_{r-1} y + D_r y \\ D_{r-1} y \equiv \mathfrak{D}_{r-1} y D_r y \end{array} \right\} \pmod{p},$$

où l'ordre de $D_k y$ est plus grand que l'ordre de $D_{k+1} y$. Si le plus grand commun diviseur $D_r y$ est un nombre entier, $D_1 y$ et $D_2 y$ sont premières l'une avec l'autre.

» Une expression Dy, qui n'est pas divisible par d'autres expressions différentielles linéaires, excepté les unités et ses expressions associées, est dite *irréductible* ou une expression première suivant le module p. De l'algorithme (a) on démontre facilement la proposition : Une expression quelconque Dy se décompose d'une seule manière en un produit des expressions irréductibles principales et d'une unité.

» L'assertion que Dy est divisible par l'expression Δy suivant le module p est exprimée par la formule

$$Dy \equiv 0 \qquad [\mathrm{mod}\,(p, \Delta y)],$$

ce qui représente l'équation

$$Dy = \mathfrak{D}y\Delta y + p\,D_1 y.$$

» De même, la congruence

$$D_1 y \equiv D_2 y \qquad [\mathrm{mod}\,(p, \Delta y)]$$

signifie l'équation

$$D_1 y = \mathfrak{D}y\Delta y + D_2 y + p\,D_3 y.$$

» Si l'expression Δy est de l'ordre n, une expression quelconque Dy est congrue suivant le double module $(p\,\Delta y)$ à une, et seulement à une, de p^n expressions : $\sum_0^{n-1} a_i \frac{d^i y}{dx^i}$, où les coefficients a passent les p nombres $0, 1, \ldots, p-1$. Ces p^n expressions constituent un système complet de restes suivant le double module $(p, \Delta y)$.

» Une congruence

$$\text{(I)} \qquad F(Y) = D_0 + D_1 Y + D_2 Y^2 + \ldots + D_m Y^m \equiv 0 \qquad (\mathrm{mod}\,p, \Delta y),$$

où les D sont des expressions différentielles linéaires, a une solution si l'on peut trouver une expression Dy pour Y de telle sorte que $F(Dy)$ soit divisible par Δy suivant le module p. On a les théorèmes :

» La congruence du premier degré

$$D_1 Y + D_0 \equiv 0 \qquad (\mathrm{mod}\,p, \Delta y)$$

a toujours une, et seulement une, solution quand $D_1 y$ est premier avec Δy, suivant le module p.

» Si le module Δy est irréductible suivant le module p, le nombre des solutions de la congruence (I) ne peut jamais passer le degré de la congruence.

» Sans difficulté se démontre aussi la généralisation du théorème de Fermat :

» Soit Δy une expression irréductible d'ordre n et Dy une expression dans un système de restes premier avec Δy. On a

$$Dy^{p^n-1} \equiv 1, \qquad (\mathrm{mod}\,p, \Delta y) :$$

théorème qui montre qu'il existe une théorie de résidu de puissances des expressions différentielles linéaires suivant un double module. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelle méthode d'essai des métaux.* Note de M. Ch. Frémont, présentée par M. Maurice Lévy.

« Il est actuellement admis par les spécialistes que chacune des barres de métal ou des feuilles de tôle qui entrent dans la construction d'œuvres dont la rupture accidentelle peut provoquer des accidents graves, doit être essayée et que l'essai doit porter sur les diverses parties de la pièce éprouvée; car une seule partie défectueuse dans une tôle de chaudière peut occasionner une explosion, un seul rail brisé peut produire un déraillement, etc. La marine, l'artillerie, les grandes administrations sont ainsi conduites à faire, par sécurité, de nombreux essais des métaux qu'elles emploient.

» Les procédés actuels de recette des métaux exigent la perte de grandes quantités de métal et une dépense élevée pour la préparation des éprouvettes d'essai; l'obligation d'économie en réduit considérablement l'application dans l'industrie privée. Ma méthode permet d'effectuer les essais sur de petites quantités de métal, facilement préparées aux dimensions voulues; elle est donc économique.

» Les résultats de ces essais, enregistrés par mes nouveaux procédés, sont d'une exactitude suffisante pour la pratique industrielle.

» J'ai adopté pour les éprouvettes la forme prismatique avec des dimensions constantes pour obtenir des résultats comparables. La longueur du prisme est de 20^{mm}; la largeur 10^{mm}, et l'épaisseur 8^{mm}.

» Ces dimensions réduites me permettent d'extraire les éprouvettes de déchets produits au cours de la fabrication, tels que les débouchures résultant du poinçonnage; il me suffit de n'utiliser dans ces dernières que la partie supérieure, non détériorée par le poinçonnage, ainsi que je l'ai démontré [1], en ayant soin d'éviter de prendre les renseignements dans la paroi latérale ou dans la proue de la débouchure.

» Chaque essai doit renseigner sur la *ténacité*, la *ductibilité*, la *fragilité* et l'*homogénéité* du métal.

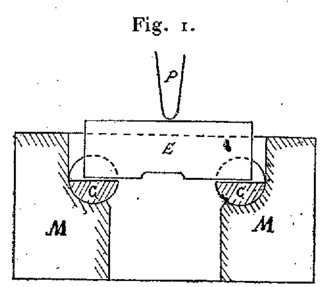
» *Mesure de la ductilité.* — J'évalue la *ductilité* par le pliage enregistré,

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, septembre 1897.

comme je l'ai indiqué dans ma Note présentée à l'Académie le 22 février 1897.

» L'éprouvette prismatique E (*fig.* 1) est placée sur deux coussinets demi-cylindriques C, C, logés parallèlement dans la matrice M, le poinçon P en forme de couteau avec extrémité mousse opère le pliage; les coussinets CC donnent une surface d'appui

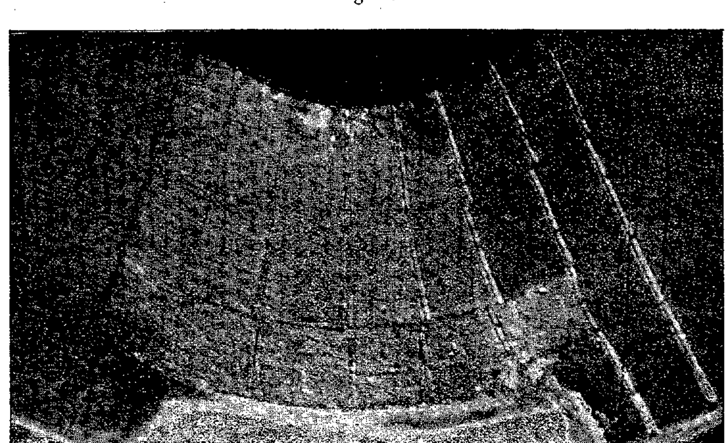
Fig. 1.



Coupe de la matrice de pliage.

suffisante pour éviter d'entamer l'éprouvette et tournent, sous l'effet du pliage, chacun d'un angle moitié de celui que forme l'éprouvette pliée en son milieu; il suffit donc de caler à l'extrémité de l'un de ces coussinets un secteur sur lequel s'enroule le câble qui actionne l'enregistreur, pour que les abscisses du diagramme indiquent immédiatement l'angle de pliage.

Fig. 2.



Photographie amplifiée d'une éprouvette pliée.

» Les ordonnées sont obtenues par l'écartement du bâti de la poinçonneuse.

» La face de l'éprouvette qui subit l'extension porte sur toute sa largeur une cannelure de 1^{mm} de profondeur, de 4^{mm} d'ouverture, avec deux congés de raccordement, pour limiter la zone d'allongement et déterminer la rupture même dans les métaux les plus ductiles qui, sans cette précaution, se plieraient à bloc sans se rompre.

» Sur une des faces latérales de l'éprouvette on a gravé, après polissage, des divisions uniformément espacées de 1^{mm}.

» Après pliage, l'éprouvette est portée devant l'objectif d'un appareil photographique amplifiant l'image exactement de dix diamètres pour montrer les déformations du métal entre chacune des divisions primitives.

» La *fig.* 2 montre une de ces photographies.

» *Mesure de la ténacité.* — La mesure de l'allongement effectuée sur la glace dépolie, ou sur le cliché terminé, l'éprouvette est rompue en son milieu; chaque fragment d'une longueur suffisante donne, par l'ordonnée maximum du diagramme du cisaillement, la résistance ou *ténacité*, comme je l'ai indiqué dans ma Note à l'Académie du 10 décembre 1894.

» *Mesure de la fragilité.* — Une seconde éprouvette, de mêmes dimensions que la première, mais entaillée d'un trait de scie de 1^{mm} de large et de 1^{mm} de profondeur, subit le choc pour indiquer la *fragilité*.

» J'ai obtenu puis enregistré immédiatement et exactement la mesure du choc en procédant par différence, au lieu de procéder par tâtonnements successifs comme il est d'usage. Je mesure une fois pour toutes le travail du mouton tombant d'une hauteur maximum fixe sur un crusher ou sur un ressort et ensuite, dans chaque essai, je mesure le travail du même mouton, tombant de même hauteur que précédemment, mais ayant opéré dans sa chute la rupture de l'éprouvette entaillée; dans ce dernier cas, le crusher est moins écrasé ou le ressort moins comprimé que dans le premier cas et la différence mesure exactement le travail dépensé pour effectuer la rupture (1).

» *Mesure de l'homogénéité.* — Les divergences entre les différentes valeurs des trois constantes mécaniques : ténacité, ductilité, fragilité, en différents points d'une pièce, donnent la valeur de l'homogénéité du métal. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude de la variation normale du champ électrique avec la hauteur, dans les hautes régions de l'atmosphère.* Note de M. G. LE CADET, présentée par M. Mascart.

« Le 11 septembre dernier, j'ai exécuté à Paris une ascension, sous la conduite de M. G. Besançon, avec son ballon le *Touring-Club* de 1700^{mc},

(1) Le même procédé me permet de mesurer le frottement du mouton dans ses glissières en enregistrant le travail de la chute libre, les glissières écartées, et le travail en chute normale, les glissières rapprochées.

dans le but de poursuivre les mesures de la variation du champ électrique avec la hauteur dans l'atmosphère libre (¹).

» J'ai employé le dispositif expérimental que j'avais essayé dans l'ascension faite à Lyon le 24 mars dernier (²) et que j'ai amélioré en faisant usage de mèches fusantes de $0^m,90$ de longueur, brûlant pendant une heure trente minutes. Les treuils reconstruits par MM. Boulade frères permettent, en outre, de remonter rapidement les conducteurs pour le changement des mèches.

» L'isolement est tel que, les deux conducteurs étant chargés avec une différence de potentiel déterminée (100 volts par exemple), la déviation correspondante de l'électromètre différentiel reste constante pendant au moins quinze minutes. La perte des deux systèmes collecteurs est donc la même; elle est égale sur chacun d'eux à $\frac{1}{20}$ de la charge en une minute. L'équilibre est obtenu en moins de vingt secondes.

» En outre j'ai, dans cette nouvelle expérience, disposé les collecteurs de façon à obtenir une déviation négative des feuilles de l'électromètre dans le champ positif. Le déplacement vertical, facile, des collecteurs m'a permis d'effectuer toutes les mesures en maintenant la déviation de l'électromètre entre 90 et 200 volts, c'est-à-dire entre des limites mesurables avec une égale précision.

» J'ai ainsi effectué 81 mesures, de $7^h 55^m$ à $10^h 24^m$ du matin, entre 1050^m et 4150^m, au-dessus de la région peu montagneuse comprise entre Paris et Angers.

» Le ciel était très pur et absolument sans nuages; les couches basses étaient brumeuses. Le vent a eu une direction constante d'ENE et une vitesse moyenne de 64^{km} à l'heure : il soufflait en rafales violentes au moment de l'atterrissage, à midi 50^m, à Andigné (Maine-et-Loire).

» On peut figurer la courbe moyenne de variation du champ par les quatre points suivants, résultant des moyennes de quatre groupes consécutifs de mesures individuelles :

(¹) Grâce à l'encouragement de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, et à la généreuse amitié de M. Jaquemet-Cazot, de Lyon, grâce aussi au dévouement de M. Besançon, j'ai pu exécuter cette ascension dans de très favorables conditions. Je suis heureux d'exprimer ici à cette illustre Compagnie et à ces Messieurs mes plus vifs remercîments.

(²) *Comptes rendus*, 1er semestre 1897, t. CXXIV, n° 14, p. 761.

Altitude.	$\frac{\text{volts}}{\text{mètres}} = \frac{\partial V}{\partial n}$.	Nombre de mesures.	Heures limites.	Altitudes extrêmes.	Valeurs extrêmes du champ.
m	v		h m h m	m m	v v
1429	+36,5	17	7.55- 8.23	1050-1800	44-27
2370	+22,1	22	8.25- 8.55	1900-2760	25-20
3150	+19,7	16	8.57- 9,18	2850-3520	24-17
4015	+13,4	26	9.37-10.24	3900-4150	15-11

» Le champ à la surface de la Terre (mesuré avant le départ de l'Usine à gaz de la Villette) oscillait entre + 130 et + 170 $\frac{\text{volts}}{\text{mètres}}$. On peut adopter la valeur moyenne + 150, car, d'après la variation diurne de ce jour beau, le champ sur le sol a peu varié et a plutôt augmenté pendant la durée des mesures en hauteur.

» Ces résultats me conduisent à la conclusion suivante, qui confirme et étend mes précédentes : Sous nos latitudes, *l'intensité du champ électrique de l'atmosphère diminue quand la hauteur au-dessus de la surface de la Terre augmente.*

» La diminution par rapport à la hauteur est généralement très rapide dans le premier kilomètre, moins rapide dans le deuxième, faible ou très faible dans le troisième et le quatrième.

» Cette variation du champ se représente par une fonction exponentielle dont la dérivée figure une distribution de masses *positives* dans l'atmosphère inférieure telle que la densité, maxima près du sol, devienne nulle à une altitude probable de 8000^{m} ($\pm$ 2000). La somme positive des masses contenues dans cette épaisseur d'atmosphère serait équivalente à la couche négative répandue sur le sol.

» *Remarques.* — Le potentiel d'un point déterminé de l'aérostat a été irrégulièrement variable et généralement supérieur à celui des conducteurs en équilibre électrique à 30^{m} et 40^{m} au-dessous de la nacelle.

» Les données du psychromètre-fronde et les diagrammes des instruments enregistreurs (installés comme pour le sondage de la haute atmosphère) feront l'objet d'une Communication ultérieure. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur le voile photographique en Radiographie.* Note de M. V. CHABAUD.

« On admet généralement, lorsqu'il s'agit de radiographies, que le voile du cliché est produit par une fluorescence de la plaque elle-même et des

objets qui l'entourent, ou bien encore par une diffusion des rayons X. Que le voile soit dû à l'une ou à l'autre de ces causes ou à toutes à la fois, il est certainement exagéré par le phénomène suivant.

» Les tubes généralement employés en Radiographie sont aujourd'hui à peu près exclusivement faits d'une cathode plane ou concave et d'une anticathode en métal peu fusible, platine ou iridium.

» De tels tubes, a dit M. Röntgen, sont mous lorsqu'ils sont neufs et deviennent de plus en plus durs au fur et à mesure que leur résistance intérieure augmente.

» Tant qu'un tube reste mou, son image faite par lui-même, par le procédé de la chambre noire, indique qu'il n'a qu'un seul foyer, celui que produit le jet cathodique en frappant l'anticathode. Si l'on photographie ce même tube aux différentes phases de son existence, on trouve que, à partir d'une résistance déterminée, le tube présente un second foyer en face de l'anticathode dont le siège est sur la paroi du tube. Ce second foyer, dont la dimension dépend des dimensions de l'anticathode et de la forme du tube, est relativement grand et assez intense pour être décelé par la plaque photographique et l'écran au platino-cyanure de baryum.

» Ce second foyer prend naissance, je crois, sous l'influence des courants alternatifs fournis par la bobine de Ruhmkorff, comme semble l'indiquer l'expérience suivante :

» J'ai fait la photographie du tube, toujours par le procédé de la chambre noire, mais, toutes les conditions restant les mêmes, j'ai mis le pôle négatif à la lame de platine et le pôle positif au miroir concave. Le cliché développé permet de constater que, comme dans le premier cas, le tube possède ses deux mêmes foyers; toutefois le foyer fourni par le miroir concave est cette fois moins intense que sur le premier cliché.

» J'ai, d'autre part, vérifié que le phénomène ne se produisait que pour une résistance déterminée du tube, en disposant de part et d'autre de celui-ci, à la même distance de lui, deux écrans au platino-cyanure de baryum, l'un en face de la lame anticathodique, l'autre du côté opposé. J'ai pu constater que l'écran placé devant la lame devient lumineux bien avant l'autre et que, lorsque le tube devient dur, si l'on place une main sur chacun des écrans, celui qui est placé devant la lame laisse voir les os très traversés; celui qui est placé derrière la lame permet de les voir très accusés, mais avec peu de netteté.

» *Conclusions.* — 1° A partir d'une résistance déterminée, les deux électrodes du tube envoient alternativement des rayons cathodiques; par suite, créent deux foyers;

» 2° A partir de cette même résistance, le tube émet des rayons X dans tous les sens; en effet, ceux de ces rayons qui prennent naissance sur le

second foyer ne rencontrent aucun obstacle dans le tube et se propagent dans toutes les directions;

» 3° Un tube dur exigera des poses moins longues qu'un tube mou, mais donnera des clichés beaucoup plus voilés et moins nets que les clichés fournis par ce dernier;

» 4° Un tube volumineux et à grandes électrodes donnera sur l'écran une luminosité plus grande qu'un tube de petites dimensions et à petites électrodes, mais le premier fournira une image moins nette que le second. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité des liquides*. Note de MM. **A. Aignan** et **E. Dugas**.

« Dans une précédente Communication (¹), après avoir remarqué que l'on ne pouvait déduire sans ambiguïté des recherches d'Alexejew les coefficients de solubilité réciproque de deux liquides mis en présence, l'un de nous a fait connaître une méthode nouvelle, permettant de traiter cette question, assez peu étudiée jusqu'à ce jour. Mais, dans bien des cas, le dispositif expérimental adopté pour ces déterminations par Alexejew (²) sera avantageux, et il permettra de résoudre le problème de la solubilité réciproque des liquides, si l'on peut lever toute incertitude dans l'interprétation des expériences.

» Quand Alexejew constate que deux mélanges de *phénolate de phénylamine* et d'*eau* contenant, l'un 3,8 pour 100 et l'autre 91,4 pour 100 de phénolate, deviennent homogènes l'un et l'autre à 38°,5, on peut supposer, avec quelque vraisemblance, que le premier correspond à une dissolution saturée de phénolate dans l'eau et l'autre à une dissolution saturée d'eau dans le phénolate. Mais, si l'on considère les mélanges des deux liquides pris en proportions peu différentes, on ne voit pas *a priori* quel est celui qui doit jouer le rôle de dissolvant, quand, pour une température convenable, le mélange devient homogène. Bien plus, il existe des mélanges pour lesquels cette incertitude persiste avec des proportions très différentes des deux liquides; tels sont les mélanges d'*acide acétique hydraté* et de *benzine pure*, que nous avons examinés récemment :

Acide acétique.......	30cc	40cc	50cc	60cc	70cc
Benzine..............	70cc	60cc	50cc	40cc	30cc
Mélange homogène à..	102°	75°	50°	30°	2°,5

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV.

(²) *Annales de Wiedemann*, t. XXVIII, p. 305.

» Analysons le phénomène de plus près. Soient V_a et V_b les poids respectifs des deux liquides A et B, introduits dans un tube de verre scellé ensuite, α et β leurs coefficients de solubilité réciproque, V_1 et V_2 les volumes des deux couches liquides, A saturé de B, et B saturé de A, obtenues après agitation. On établit aisément la relation

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1+\beta}{1+\alpha} \cdot \frac{V_a - \alpha V_b}{V_b - \beta V_a}$$

ou bien, quand on effectue des mesures en poids,

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1+\beta}{1+\alpha} \cdot \frac{P_a - \alpha P_b}{P_b - \beta P_a}.$$

Quand on fait varier la température, si α tend vers la valeur numérique $\frac{V_a}{V_b}$, on doit constater que le numérateur V_1 du premier membre tend vers zéro comme le numérateur du second membre; si c'est β qui tend vers la valeur $\frac{V_b}{V_a}$, on verra V_2 tendre vers zéro. Il convient donc de noter avec soin vers quelle extrémité du tube disparaît la surface de séparation des liquides A et B quand on chauffe progressivement, puisque cette indication permet de déterminer sans ambiguïté si le rapport $\frac{V_a}{V_b}$ $\left(\text{ou } \frac{P_a}{P_b}\right)$ α représente ou $\frac{1}{\beta}$ à la température t, qui rend homogène le mélange considéré.

» Dans l'exemple cité plus haut, on constate :

» 1° Que si l'on chauffe les mélanges contenant 30, 40, 50 pour 100 d'acide acétique, la surface de séparation des deux couches liquides tend *vers la partie inférieure* du tube ; donc, aux températures respectives de 75°, 50°, nous avons des solutions saturées d'acide acétique dans la benzine;

» 2° Que si l'on chauffe à partir de 0° les mélanges renfermant 60, 70 pour 100 d'acide acétique, la surface de séparation tend à disparaître *vers la partie supérieure*. Il en résulte que, aux températures respectives de 30° et 2°,5, nos tubes renferment des solutions saturées de benzine dans l'acide acétique.

» *Remarque*. — Alexejew, pour représenter les résultats de ses expériences sur deux liquides A et B, porte en ordonnées les diverses valeurs du rapport $a = 100 \times \frac{P_a}{P_a + P_b}$ et en abscisses les températures t pour lesquelles le mélange devient homogène dans chaque tube. Il obtient ainsi

une courbe ayant sensiblement la forme d'une parabole, dont l'axe est peu incliné sur l'axe des abscisses et dont le sommet est tourné vers les températures croissantes. Avec un peu d'habitude, dit-il ([1]), il suffit de huit ou dix déterminations pour tracer cette courbe avec sécurité. Il nous paraît y avoir là une erreur : la représentation graphique des résultats expérimentaux doit comprendre *deux arcs* de courbe, *qui ne se raccordent pas,* et l'on ne doit pas rencontrer, sauf exception, la tangente verticale, qui existe toujours dans la courbe d'Alexejew. L'erreur de cet habile physicien vient sans doute de cette idée préconçue, que, si l'on fait varier de o à 100 et d'une manière continue la valeur du rapport a, la fonction $f(a, t) = 0$, qui représente le phénomène étudié, doit nécessairement être figurée par une courbe unique, continue et ne présentant pas de point anguleux.

» Le point d'intersection des deux arcs distincts aura pour abscisse la température t_0 à laquelle les coefficients de solubilité réciproque des deux liquides examinés prennent des valeurs α_0 et β_0, telles que $\alpha_0 = \frac{1}{\beta_0}$. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la pesanteur sur la croissance des champignons inférieurs.* Note de M. **Julien Ray**, présentée par M. Gaston Bonnier ([2]).

« Au cours de mes expériences sur les variations des champignons inférieurs sous l'influence du milieu, j'ai été amené à rechercher en quoi la pesanteur peut intervenir dans leur développement. Il est impossible d'éliminer cette force, mais on peut modifier son action ; j'ai, en particulier, supprimé la direction constante, en faisant tourner une culture dans un plan vertical, et des expériences répétées m'ont amené à cette conclusion importante : la pesanteur, par le fait de sa direction constante, *retarde la croissance.*

» Une culture de *Sterigmatocystis alba* est disposée sur une roue verticale tournant lentement d'un mouvement uniforme, par transmission avec un moteur à eau ; une culture identique fixe est disposée à côté. Les cultures sont faites soit en cellules, pouvant alors être examinées directement au microscope, soit en tubes ordinaires.

([1]) *Annales de Wiedemann, loc. cit.*

([2]) Ce Travail a été fait au laboratoire de Botanique de l'École Normale supérieure.

» Je réalise l'identité des cultures fixes et des cultures mobiles de la manière suivante :

» *Cultures en cellules.* — Les lamelles qui forment le couvercle des cellules reçoivent des gouttes égales d'un bouillon contenant en suspension des spores réparties d'une façon homogène; ces gouttes renferment, par conséquent, le même nombre de spores. Le liquide employé est de la gélatine nutritive, maintenue à 25°, qui se solidifie une fois déposée. Une vingtaine de cellules sont ainsi préparées, alternativement pour la zone mobile et pour le développement au repos.

» *Cultures en tubes.* — Je prends deux tubes de gélatine nutritive, parfaitement égaux, dans chacun desquels, alternativement l'un et l'autre, je dépose des gouttes égales du bouillon sporifère.

» Comme la lumière influe sur la vitesse de croissance des champignons et qu'il est difficile de réaliser un éclairement égal, le tout est placé dans l'obscurité.

» Je citerai l'une des expériences :

» Pour les cultures en cellules :

	Nombre de spores germées.		
Culture mobile.....	75	37	ayant produit un tube germinatif long.
		38	» » court.
Culture fixe	14	9	ayant produit un tube germinatif long.
		5	» » court.

» Pour les cultures en tubes :

» On observe, dans le tube mobile, des colonies bien plus grandes que dans le tube fixe.

» De cette expérience, résulte immédiatement la démonstration du fait énoncé. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 septembre 1897.

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences et sous les auspices de M. le Ministre de

l'Instruction publique. IIe série, Tome III. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-4°.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Bulletin d'août 1897. Paris, Chaix, 1897; 1 vol. in-8°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Août 1897. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 14 septembre 1897. Paris, Masson et Cie; fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur M. Mascart. Fasc. 217-237; in-4°.

Revue scientifique. Directeur: M. Charles Richet. Tome VIII. 11 septembre 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Observatoire magnétique et météorologique de l'Université impériale à Odessa, par Klossovsky. 1896. Odessa, 1897; 1 vol. in-4°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. Roma, Bertero, 1897; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 septembre 1897.

Les plantes de grande culture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°. (Offert par l'auteur.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXI. Juillet-août 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 2 fasc. in-8°.

Les ballons-sondes de MM. Hermite et Besançon et les ascensions internationales, par W. de Fonvielle. Précédé d'une Introduction par M. Bouquet de la Grye, Membre de l'Institut, Président de la Commission scientifique d'Aérostation de Paris. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Leçons de Mécanique physique, par Jules Andrade, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Rennes. Paris, 1898; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recherches pour servir à l'histoire naturelle et à la flore des Champignons

du Congo français, par J. DE SEYNES. I. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 fasc. in-4°.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1895 à mai 1896. Note de M. G. RAYET, Président de la Commission météorologique départementale. Bordeaux, Gounouilhou, 1896; 1 vol. in-8°.

Les gisements de phosphate de chaux dans les provinces de Constantine et d'Alger, par L. CHATEAU, Ingénieur. (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*.) Paris, 1897.

Annuaire météorologique pour 1895, publié par l'Institut royal météorologique des Pays-Bas. Utrecht, I, van Bœkhoven, 1897; in-4°.

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales, edited by the honorary secretaries. London, 1897; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 OCTOBRE 1897.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Septième série. T. XII. Octobre 1897. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société: MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Septembre 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 vol. in-4°.

Revue maritime, couronné par l'Académie des Sciences. Septembre 1897. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin; *Documents officiels, Statistique, Rapports, Comptes rendus de Missions en France et à l'Étranger*. Seizième année. Juillet 1897. Paris, Imprimerie nationale; 1 vol. in-8°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de A. MOSSO, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXVII, fasc. III. Turin, Hermann Lœscher, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences de Bucarest, Roumanie. Mai-juin 1897. Bucarest, 1897; 1 vol. in-8°.

Yearbook of the United States Departement of Agriculture. 1896. Washington, 1897; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 OCTOBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles expériences sur la liquéfaction du fluor.* Note de MM. **H. Moissan** et **J. Dewar**.

« Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie nos premières expériences sur la liquéfaction du fluor en mai 1897 (¹). Nous indiquerons, dans cette Note, quelques expériences nouvelles sur ce sujet.

» *Liquéfaction du fluor.* — Nos derniers essais de liquéfaction ont été poursuivis au moyen d'un appareil semblable à celui que nous avons décrit précédemment, c'est-à-dire formé d'un réservoir de verre soudé à un

(¹) H. Moissan et J. Dewar, *Sur la liquéfaction du fluor* (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1202).

tube de platine et en contenant un autre plus petit à l'intérieur; seulement chacun de ces tubes de platine portait un robinet à vis, de telle sorte qu'il était facile, à un moment donné, d'éviter la communication soit avec l'air atmosphérique, soit avec le courant de fluor. Ce petit appareil était disposé dans un récipient de verre à double paroi, de forme cylindrique et contenant l'air liquide. Ce récipient était en communication avec une pompe à vide, d'une part, et avec un manomètre, d'autre part.

» Dans une série d'essais préliminaires on avait déterminé exactement les températures d'ébullition de l'oxygène liquide aux pressions indiquées par le tube manométrique.

» Dans nos expériences précédentes nous avions établi que le fluor ne se liquéfiait pas à la température d'ébullition de l'oxygène, à la pression atmosphérique.

» Nous avons reconnu aujourd'hui que, en reproduisant la même expérience avec de l'air liquide récemment préparé, le fluor se liquéfiait aussitôt que ce liquide entrait en ébullition à la pression ordinaire.

» Nous avons répété notre ancienne expérience, avec l'oxygène liquide comme réfrigérant, et en faisant le vide, nous avons constaté que la liquéfaction du fluor se produisait par l'évaporation de cet élément sous une diminution de pression de $32^{cm},5$ de mercure.

» Nous pouvons déduire de ces deux expériences que la température d'ébullition du fluor est très voisine de -187°.

» *Essais de solidification.* — Lorsque la petite ampoule de verre a été remplie aux trois quarts de fluor liquide nous avons fermé les deux robinets à vis, et nous avons produit l'ébullition rapide de l'air liquide qui servait de substance réfrigérante sous une diminution de pression de $72^{cm},5$. Dans ces conditions, on atteint la température de -210°. Le fluor n'a pas présenté trace de solidification; il a conservé une mobilité très grande.

» Pour compléter cette expérience il eût fallu produire l'ébullition rapide du fluor liquide ainsi obtenu; nous espérons y arriver dans des recherches ultérieures.

» Lorsque l'on a répété plusieurs fois cet essai il est arrivé un léger accident à l'un de nos petits appareils contenant le fluor : la vis ayant été faussée, l'air atmosphérique est rentré jusque dans l'ampoule de verre. Cet air s'est immédiatement liquéfié et, en peu d'instants, nous avons obtenu deux couches liquides superposées : la couche supérieure, incolore, était formée d'air liquide, et la couche inférieure, d'un jaune pâle, était du fluor.

» Dans une autre expérience, afin d'être bien certain d'éviter toute rentrée d'air, le fluor a été amené, à l'état liquide, dans un tube de verre, puis l'extrémité du tube a été ensuite scellée à la lampe. Ce tube scellé, contenant le fluor liquide, maintenu longtemps à la température de — 210° (ébullition rapide d'une grande quantité d'air atmosphérique liquide), n'a pas donné trace de corps solide.

» *Densité du fluor liquide.* — Pour déterminer la densité du fluor liquide nous avons mis en contact avec ce corps un certain nombre de substances dont les densités étaient exactement connues. En choisissant des parcelles de matières dont les densités sont assez voisines les unes des autres il est facile de voir celles qui surnagent ou qui tombent dans le liquide. Cette méthode détournée, connue depuis longtemps du reste, était la plus commode pour ces expériences délicates. Nous avons tout d'abord commencé par nous assurer que le fluor liquide n'agissait pas sur les substances employées. Pour cela nous avons placé un cristal de sulfocyanure d'ammonium (densité : 1,31) dans un tube de verre entouré d'air liquide en pleine ébullition. On a fait arriver ensuite un courant de gaz fluor, au fond du tube, au moyen d'un ajutage de platine.

» Le fluor s'est liquéfié rapidement et le sulfocyanure d'ammonium n'a pas été attaqué. On a répété la même expérience avec un fragment d'ébonite (D = 1,15), de caoutchouc (D = 0,99), de bois (D = 0,96), d'ambre (D = 1,14) et d'oxalate de méthyle (D = 1,15). Il est important, dans ces expériences, que les diverses substances que nous venons d'indiquer soient maintenues un certain temps à la température de — 200°.

» Dans un de nos essais, un fragment de caoutchouc, ayant été insuffisamment refroidi, a pris feu à la surface liquide et a brûlé complètement avec un vif éclat, sans produire aucun dépôt de carbone [1].

» Voici comment l'expérience a été conduite. Dans un tube de verre, fermé à l'une de ses extrémités et dont la partie inférieure a été légèrement étirée, on a placé des fragments des cinq substances indiquées ci-dessus. Le tube a été plongé ensuite au tiers de sa hauteur dans l'air liquide en pleine ébullition. Lorsque le tout a été porté à une température voisine de — 200° on a fait arriver lentement le courant de fluor gazeux. Ce dernier n'a pas tardé à se liquéfier, et l'on a vu le bois, le caoutchouc et l'ébonite nager nettement à la surface du liquide jaune pâle. Au contraire, l'oxalate

---

[1] Le morceau de caoutchouc se déplace à la surface du fluor liquide comme un morceau de sodium sur l'eau en produisant une lumière d'une grande intensité.

de méthyle est resté constamment au fond, tandis que l'ambre montait et descendait au milieu du liquide, paraissant avoir la même densité que lui. L'appareil a été agité plusieurs fois, on a augmenté la quantité de fluor liquide, les résultats ont toujours été les mêmes.

» Nous pouvons conclure de cette expérience que la densité du fluor liquide est de 1,14.

» Un autre point qui nous semble intéressant est le suivant :

» Le petit fragment d'ambre qui nageait au milieu du fluor ne se distinguait plus qu'avec beaucoup de difficultés, ce qui semble indiquer pour le fluor liquide un indice de réfraction très voisin de celui des corps solides.

» Dans une autre expérience, nous avons liquéfié du fluor dans un tube de verre gradué au préalable. On a alors scellé le tube qui avait été pesé avant l'expérience et on l'a abandonné à lui-même dans un vase rempli d'air liquide à la pression ordinaire. Une heure et demie après, le tube plongeant encore de 1^{cm} dans l'air liquéfié, le fluor n'avait pas changé d'aspect. Mais, peu de temps après que l'air liquide se fut évaporé, une violente détonation s'est produite; le tube scellé et le récipient à double paroi qui le contenait ont été brisés et réduits en poussière. Ce tube scellé nous a démontré que le fluor liquide fournissait, de -187° à -210°, une diminution de volume de $\frac{1}{14}$.

» *Spectre d'absorption.* — On a examiné, au spectroscope, différents échantillons de fluor liquide, sur une épaisseur d'environ 1^{cm}, soit au moyen de tubes scellés, soit au moyen de notre petit appareil à condensation. Nous n'avons jamais observé de bandes d'absorption.

» *Magnétisme.* — Le fluor liquide, placé entre les pôles d'un électro-aimant puissant, ne présente aucun phénomène magnétique. Ces expériences ont été d'autant plus nettes que nous les avons faites comparativement avec de l'oxygène liquide, ainsi que les précédentes. Elles été répétées plusieurs fois.

» *Capillarité.* — La constante capillaire du fluor est plus faible que celle de l'oxygène liquide. Un tube capillaire, plongé comparativement dans le fluor, dans l'oxygène, dans l'alcool et dans l'eau, nous a donné les chiffres suivants :

Hauteur	du fluor liquide	mm 3,5
»	de l'oxygène liquide	5,0
»	de l'alcool	14,0
»	de l'eau	22,0

Action de quelques substances sur le fluor liquide.

» *Hydrogène.* — Du fluor liquide, maintenu dans un tube de verre, a été fortement refroidi par de l'air liquide amené à l'ébullition sous une faible pression. On a fait arriver alors à la surface du liquide jaune, au moyen d'un ajutage de platine, un courant lent de gaz hydrogène. Il y a eu combinaison immédiate avec production d'une flamme qui a illuminé le tube. L'expérience a été répétée en faisant tremper l'ajutage de platine au milieu du fluor liquide. A cette température de — 210° la combinaison complète se produit encore, avec un grand dégagement de chaleur et de lumière.

» Dans un autre essai l'appareil à hydrogène était terminé par un tube de verre effilé, trempant dans le fluor liquide. Lorsque la quantité de ce dernier corps a été suffisante, on a fait arriver lentement le courant d'hydrogène. La combinaison s'est produite instantanément et avec violence.

» *Essence de térébenthine.* — L'essence de térébenthine congelée et refroidie à —210° est attaquée par le fluor liquide.

» Pour réaliser cette expérience, on a placé une petite quantité d'essence de térébenthine au fond d'un tube de verre entouré d'air liquide en pleine ébullition. Aussitôt qu'une petite quantité de fluor s'est liquéfiée à la surface du carbure, la combinaison se produit avec un grand dégagement de lumière, explosion et dépôt de charbon.

» Après chaque explosion, le courant de gaz fluor continuant à arriver lentement, une nouvelle quantité de fluor liquide se produisait et les détonations se succédaient à des intervalles de six à sept minutes. Finalement, après un intervalle un peu plus long, de neuf minutes, la quantité de fluor liquéfiée a été suffisante pour produire, au moment de la réaction, l'explosion violente de l'appareil (1).

» *Oxygène.* — L'action de l'oxygène liquide a été étudiée avec beaucoup de soins parce que nous avions remarqué, dès nos premières recherches, qu'en faisant passer un courant de fluor dans l'oxygène liquide on obtenait un corps détonant.

» Si l'on fait arriver, dans un tube de verre, le courant de fluor à la surface de l'oxygène liquide, le fluor se dissout en toutes proportions, en donnant une coloration jaune, formant une teinte dégradée de la partie

---

(1) Dans plusieurs de nos expériences, nous avons laissé tomber par mégarde du fluor liquide sur le parquet; le bois s'est enflammé aussitôt.

supérieure du liquide à la partie inférieure. Le fond du tube est à peine coloré. Si, au contraire, on fait arriver le fluor gazeux au fond de l'oxygène liquide, la couche jaune se produit à la partie inférieure et se diffuse lentement dans le liquide supérieur.

» Ce phénomène tient à ce que les densités du fluor et de l'oxygène liquides sont très voisines.

» Lorsque l'on a obtenu un semblable mélange d'oxygène et de fluor liquides, si on laisse la température s'élever lentement, l'oxygène s'évapore le premier. Le liquide se concentre de plus en plus en fluor, puis ce dernier entre en ébullition à son tour. En effet, au début de cette ébullition, le gaz qui se dégage rallume une allumette ne présentant plus qu'un point en ignition et ne porte pas le noir de fumée ou le silicium à l'incandescence. Au contraire, le gaz qui se dégage à la fin de l'expérience enflamme instantanément ces deux corps. Lorsque l'ampoule de verre est complètement vide et lorsque sa température continue à s'élever, on perçoit tout à coup un dégagement brusque de chaleur et le verre se dépolit intérieurement. Cette élévation de température provient de l'attaque du verre par le fluor gazeux qui se trouvait à son contact.

» Il ne s'est produit, dans cette expérience, en employant de l'oxygène bien sec, aucun précipité. Si, au contraire, nous prenons de l'oxygène qui soit resté plusieurs heures au contact de l'air, le corps détonant, dont nous avons parlé dans notre précédente Communication, se produit avec une grande facilité.

» Dans un de nos essais, où nous avons cherché à produire une notable quantité de ce composé, nous avons eu une explosion assez forte qui a brisé le vase de verre dans lequel se faisait l'expérience.

» En somme, le corps, qui s'est produit par l'action du fluor sur l'oxygène humide, semble être un hydrate de fluor décomposable, avec détonation, par une simple élévation de température.

» *Eau.* — On a congelé et refroidi à -210° une petite quantité d'eau au fond d'un tube de verre. Le fluor liquide a formé à la surface de la glace une couche mobile qui n'a pas réagi et qui s'est évaporée ensuite par simple élévation de température. Dès que l'appareil s'est échauffé, le fluor gazeux restant a attaqué la glace avec énergie et l'on a perçu une odeur très forte d'ozone.

» *Mercure.* — On a solidifié, au fond d'un tube de verre, un globule de mercure dont la surface était très brillante. Le fluor liquide a entouré ensuite le corps simple sans lui faire perdre son aspect et son poli. En lais-

sant la température remonter jusqu'à — 187° le fluor est entré en ébullition, le liquide a complètement disparu et l'attaque du métal par le gaz fluor ne s'est produite que quand l'appareil est revenu à une température voisine de celle du laboratoire.

» *Conclusions*. — Le gaz fluor se liquéfie avec facilité à la température d'ébullition de l'air atmosphérique. Le point d'ébullition du fluor liquide est de — 187°. Il est soluble en toutes proportions dans l'oxygène et dans l'air liquide. Il n'est pas solidifié à — 210°. Sa densité est de 1,14, sa capillarité est moindre que celle de l'oxygène liquide; il n'a pas de spectre d'absorption; il n'est point magnétique.

» Enfin, à — 210°, il n'a pas d'action sur l'oxygène sec, l'eau et le mercure, mais il réagit encore, avec incandescence, sur l'hydrogène et l'essence de térébenthine. »

PHYSIQUE. — *Sur la transformation directe de la chaleur en énergie électrique;* par M. **Marcel Deprez.**

« Le seul procédé que l'on connaisse actuellement pour produire directement une force électromotrice, au moyen de la chaleur, est basé sur la découverte de Seebeck, qui a permis de réaliser la *pile thermo-électrique*.

» Je vais en faire connaître un autre, basé sur les remarquables propriétés magnétiques des alliages de fer et de nickel qui ont été découvertes par M. Guillaume.

» On sait que M. Guillaume a trouvé que ces alliages peuvent être fortement magnétiques à une certaine température et ne plus l'être à une température plus élevée de 50° seulement. En désignant par n la teneur en nickel (exprimée en centièmes) d'un tel alliage et par T la température à laquelle les propriétés magnétiques disparaissent complètement, il est arrivé à représenter d'une façon suffisamment exacte les résultats de l'expérience par la formule suivante :

$$T = 34,1(n - 26,7) - 0,80(n - 26,7)^2.$$

» Pour l'alliage à 26,7 pour 100, la perte complète du magnétisme a lieu à zéro; pour l'alliage à 39,4 pour 100, elle se produit à 315°. *Pour tous ces alliages le passage de l'état fortement magnétique à l'état non magnétique se fait sur un intervalle d'environ* 50° [1].

[1] Le maximum de T est égal à 363°, il correspond à $n = 48$ pour 100.

» En faisant dans cette formule $n = 30$ on trouve $T = 104°$. L'alliage à 30 pour 100 de nickel perdrait donc presque complètement la faculté magnétique à la température de 100° et serait au contraire fortement magnétique à 50°. C'est lui que nous choisirons comme exemple dans ce qui va suivre.

» Supposons que l'on construise un appareil formé d'un aimant en fer à cheval, entre les branches duquel se trouve un faisceau de fils de ferro-nickel dont les brins sont perpendiculaires à l'axe de l'aimant et parallèles à la ligne des pôles, de façon que le circuit magnétique de l'aimant soit fermé par ce faisceau dont les extrémités touchent les faces polaires internes de l'aimant. Autour de ce faisceau, contenu dans une bobine, enroulons un fil conducteur isolé dont les extrémités sont réunies par un conducteur extérieur. Tant que la température du faisceau sera inférieure à 50°, il sera fortement magnétique, c'est-à-dire donnera naissance à un flux de force magnétique intense contenu dans l'intérieur de la bobine.

» Si on le chauffe à 100°, l'état magnétique et, par suite, le flux de force disparaissent presque complètement; si l'on désigne par θ le temps nécessaire pour produire cette élévation de température, et par $\mathcal{F}$ le flux de force du faisceau, la force électromotrice moyenne engendrée dans chaque spire de la bobine aura pour valeur $\frac{\mathcal{F}}{\theta}$ et donnera naissance à un courant, dont l'intensité moyenne sera $\frac{N\mathcal{F}}{R\theta}$, R étant la résistance totale de la bobine et du circuit extérieur, et N le nombre total des spires.

» Si l'on refroidit alors le faisceau depuis 100° jusqu'à 50°, on produira une force électromotrice égale, mais de signe contraire. L'appareil est donc un générateur de courants alternatifs.

» Dans une prochaine Communication, je montrerai comment le même principe permet de transformer directement la chaleur en travail mécanique et je ferai connaître les conditions dans lesquelles ces deux genres d'appareils, moteur et générateur thermo-magnétiques, seraient susceptibles de donner des résultats réellement pratiques et économiques. »

ASTRONOMIE. — *Sur les spectres des composantes colorées des étoiles doubles.* Note de Sir **William Huggins**.

« Avec l'aide d'une nouvelle disposition de ma fente à réflexion, j'ai réussi à photographier à part les spectres des composantes colorées de

quelques étoiles doubles. En vue de l'évolution probable des étoiles doubles par la séparation en deux de la masse primitive, un grand intérêt s'attache à la détermination de la phase relative du progrès évolutional dans laquelle chaque étoile composante se trouve actuellement.

» On peut comparer ainsi les systèmes doubles comme systèmes, ou seulement le progrès relatif des composantes d'un seul système.

» En 1864 ([1]) j'ai démontré, par des observations spectroscopiques des composantes de α d'Hercule et β du Cygne, faites à la vue directe, que les couleurs prononcées de ces étoiles sont réelles, quoique rehaussées à l'œil par un effet de contraste; et que l'explication de ces couleurs se rattache à la composition de leurs spectres, qui dépendent de la nature et de la condition des substances stellaires par lesquelles la lumière est émise ou absorbée.

» Nos épreuves récentes des composantes de 12 des Chiens de chasse (Cor Caroli) présentent des spectres qui sont tous deux très peu avancés, de l'ordre de celui des étoiles blanches; mais la petite étoile est un peu plus avancée que l'étoile principale. On peut donc soupçonner que ce couple s'est formé relativement tard, et qu'il est d'un âge plus jeune que le système γ du Lion, dont les deux composantes donnent des spectres à peu près aussi avancés que celui du Soleil. On ne peut pas se fier trop cependant à une telle déduction, tandis que l'on ignore les masses des deux systèmes, car il est à supposer qu'une étoile de masse moindre traverserait plus rapidement les phases successives de la vie stellaire.

» Regardons les composantes d'un seul système. Un bel exemple se présente en β du Cygne, dont les composantes ont des couleurs bien contrastées; l'étoile principale brille d'un jaune d'or, tandis que l'autre offre une teinte bleue prononcée. Sur les épreuves les spectres sont aussi bien contrastés, mais c'est l'astre le plus faible, de la 5e grandeur seulement, dont le spectre est du premier type des étoiles blanches, que nous regardons comme les plus jeunes, tandis que le spectre de l'étoile principale de la 3e grandeur est très avancé vers la condition solaire, mais la raie sombre K est encore un peu moins large que H.

» Comment peut-on expliquer cette anomalie? Il ne faut pas oublier que, outre les conditions fondamentales de grandeur et de température, l'éclat d'une étoile peut se modifier beaucoup par la nature et l'état des corps par lesquels sa lumière est émise, et par la constitution et l'étendue

([1]) *Phil. Trans.*, p. 431 et 432; 1864.

de l'atmosphère absorbante qu'elle a à traverser. Il est donc possible, nonobstant la constitution chimique semblable des deux astres, que l'étoile brillante ne soit pas la plus grande, et que l'on puisse accepter la condition relativement peu avancée de la composante faible, comme l'indice d'une masse plus grande.

» Aucun mouvement n'a été observé entre les composantes de β du Cygne, mais on peut à peine douter que les deux étoiles ne soient physiquement liées. »

ASTRONOMIE. — *Sur les spectres des étoiles principales du Trapèze de la Nébuleuse d'Orion.* Note de Sir **William Huggins**.

« Nos épreuves originales du spectre de la Nébuleuse d'Orion et des quatre étoiles plus brillantes des composantes de Thêta, faites en 1889, nous ont portés à regarder comme très probable une liaison physique entre ces astres et la Nébuleuse elle-même (¹). La pose très prolongée, nécessaire pour les raies faibles de la Nébuleuse, a fait disparaître dans les spectres continus des étoiles les raies sombres qui par cette raison nous échappèrent.

» A l'aide de ma fente à réflexion, de 1894 à 1897, j'ai photographié à part les spectres des trois étoiles les plus lumineuses du Trapèze.

» Ces spectres sont riches en raies sombres et brillantes, qui confirment, il me semble, l'opinion d'une relation physique des étoiles avec la Nébuleuse. En outre, ces spectres ont montré un caractère tout à fait inattendu et qui offre un intérêt considérable, non seulement pour ces étoiles elles-mêmes, mais aussi pour la spectroscopie stellaire; c'est-à-dire la superposition des raies noires principales sur des raies brillantes, en général plus larges.

» Cette superposition n'est pas toujours symétrique; au contraire, pour la plupart des raies, la radiation brillante se trouve, plus ou moins, à côté de la raie noire. Cette superposition asymétrique se montre surtout pour les raies d'hydrogène, dont on peut suivre la série de Hβ jusqu'à Hπ.

» Cette disposition des raies superposées ressemble aux phénomènes bien connus du spectre de l'étoile variable β de la Lyre.

» Une comparaison des épreuves faites en 1894, 1895, 1896 et 1897 ne

(¹) *Roy. Soc. Proc.*, Vol. XLVI, p. 56.

laisse point de doute que les positions relatives des raies brillantes et sombres ne soient variables, comme c'est le cas pour l'étoile β de la Lyre.

» Il serait prématuré, en se fondant sur les épreuves déjà obtenues des étoiles de Thêta d'Orion, d'essayer une interprétation de ces superpositions plus ou moins asymétriques des raies brillantes et sombres, et qui varient de temps à autre. Les faits nouveaux me paraissent, cependant, d'une importance assez considérable pour me permettre l'honneur de les offrir à l'Académie. »

M. **A. de Lapparent** fait hommage à l'Académie d'un petit Volume qu'il vient de publier, sous le titre : « Notions générales sur l'écorce terrestre ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Note relative aux aptitudes saprophytes du bacille de la tuberculose, à ses affinités avec le bacille du typhus et le colibacille, et aux propriétés immunisantes et thérapeutiques que possède ce bacille converti en saprophyte;* par M. **J. Ferran.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission nommée pour une précédente Communication de M. Ferran.)

« Il est indiscutable que tous les microbes peuvent se multiplier dans les circumfusa : la vie parasitaire et les activités pathogènes sont chez eux de simples accidents qui n'ont rien d'essentiel ni de constant....

» Très probablement aucun des microbes qui sont la cause de nos maladies n'est sans pouvoir se cultiver spontanément hors de nous. Cependant cette ubiquité, qui a été démontrée dans la majorité des espèces, n'a pas pu l'être pour quelques autres. Le microbe de la syphilis, celui de la lèpre, celui de la tuberculose et divers autres sont connus seulement comme ayant une vie parasitaire, et l'on croit leur reproduction impossible en dehors des conditions que leur offre l'organisme des animaux qu'ils infestent....

» Mes dernières recherches démontrent que le microbe de la tuberculose est aussi ubiquitaire, et qu'il est parasite et pathogène seulement *par accident*....

» Quiconque se sera consacré, pendant quelque temps, à l'étude expéri-

mentale de la tuberculose aura remarqué que son microbe présente de plus grandes difficultés que les autres, quand il s'agit de l'acclimater à un milieu différent de celui dans lequel il vivait; c'est pour cela que les premières cultures faites dans des milieux artificiels se développent si péniblement....

» Dès le début, je supprimai complètement la peptone dans le bouillon de culture;

» Pour abréger, nous dirons que, morphologiquement, on le confondrait avec le bacille du typhus. Cet aspect m'impressionna tellement, que je cultivai le bacille dans un bouillon lactosé et teint avec du bleu de tournesol, et j'obtins le rougissement de la matière colorante presque avec la même intensité que dans le matras témoin semé de colibacille....

» Il suffisait, pour lever tous les doutes, que le nouveau microbe se montrât pathogène comme ses ancêtres; or, injecté à des cobayes, il les a rendus tuberculeux, et l'examen des tissus tuberculisés permet de découvrir le bacille classique de la tuberculose sans qu'il lui manque un seul de ses caractères. L'inoculation de ces tissus reproduit la maladie en série indéfinie, mais avec moins de virulence que l'inoculation de crachats bacillaires....

» Ces cultures, tuées par l'ébullition, produisent, de la granulie splénique ou hépatique qui peut occasionner la mort.

» Dans un lot de vingt cobayes qui avaient reçu, dans l'espace de peu de jours, trois injections de 10^{cc} chacune de culture morte, un mourut dans les vingt-quatre jours, et, à l'autopsie, on trouva une granulie du foie et de la rate, accompagnée d'hypertrophie de ces deux viscères. Quelques jours plus tard, dans le but de voir si ce phénomène était général, nous sacrifions un autre cobaye du même lot, et nous retrouvons la granulie splénique en voie de guérison.

» Voici ce que nous pouvons dire relativement au pouvoir immunisant et curatif du bacille de la tuberculose, transformé de cette manière.

» Si, prenant un lot de cobayes, on injecte sous la peau de chacun 10^{cc} de cultures *mortes* de ce bacille, si l'on répète ces injections quatre à cinq fois, à des intervalles de six à sept jours, puis qu'on pratique deux injections de ces mêmes cultures vivantes, on arrive à immuniser ces cobayes suffisamment pour qu'ils puissent résister à des inoculations de crachats bacillifères, qui tuberculisent et tuent les individus d'un autre lot égal, non soumis à ce traitement préventif....

» Cultivé dans de certaines conditions, le bacille de la tuberculose exalte sa virulence d'une manière toute spéciale et acquiert des propriétés éminemment curatives, qui peuvent être directement utilisées sans avoir à recourir auparavant à la production d'antitoxines; il suffit d'injecter ces cultures aux animaux tuberculeux pour les guérir. Je crois que ces mêmes cultures serviraient parfaitement pour la préparation d'une antitoxine spécifique, guérissant la tuberculose [1].

---

(1) Pour contrôler la vérité de cette supposition, j'ai commencé à hyperimmuniser

» Je crois, par ce qui précède, prouver d'une manière évidente que le microbe de la tuberculose possède des aptitudes pour vivre dans des conditions très différentes de celles connues jusqu'à présent; qu'il peut, en un mot, se développer dans la nature sans vivre nécessairement d'une vie parasitaire, et que, de plus, il possède certaines affinités avec le colibacille et avec le bacille du typhus.

» Je crois aussi avoir démontré que le bacille de la tuberculose, transformé de cette manière, prévient et guérit la tuberculose ([1]). »

M. A. **Espagnol** adresse une « Étude sur un appareil élévatoire hydrocentrifuge ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Aug. **Coret** adresse une Note relative à un appareil pouvant servir de photomètre.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome VII des « Œuvres complètes de Christian Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences, » et donne lecture du passage suivant d'une Lettre de M. *Bosscha*, qui a donné ses soins à la publication de ce Volume :

« La teneur de la Correspondance des années 1670-1675 a nécessité des recherches qui ont causé quelquefois de longs retards. C'est pendant cette période que Huygens

---

des animaux, en suivant la méthode classique adoptée pour préparer les sérums antitoxiques, dont l'utilité a sanctionné l'expérimentation dans la clinique humaine.

([1]) Consignons un fait qui, après ce que je viens d'exposer, n'est pas sans avoir son importance. En examinant les déjections très fraîches de divers mammifères (vaches, chevaux, hommes), j'ai trouvé le colibacille doué des mêmes réactions colorantes que le bacille de la tuberculose. En frottant une lamelle couvre-objet avec ces déjections récentes, et en les teignant par la méthode de Lubomoff, on voit apparaître un bacille qui résiste à l'action décolorante des acides dilués (acide sulfurique au cinquième). Cette propriété ne persiste pas quand on cultive le bacille, et, de plus, dans les déjections mêmes, celui-ci la perd en quelques heures.

est entré en relation avec Newton, Leibniz et Papin, qui, dans le Tome VII, figurent pour la première fois parmi ses correspondants ; qu'il publia son *Horologium oscillatorium* et qu'il inventa, entre autres, les montres à ressort en spirale. Il m'a paru utile d'insérer, dans les pièces de la Correspondance ou dans les Notes, tous les renseignements fournis par les publications du temps, sur les premières relations de Huygens avec ces hommes célèbres, ainsi que sur les désagréments que Huygens a eus au sujet de son Livre et de ses montres. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les systèmes orthogonaux et les systèmes cycliques.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Si les fonctions $x_1, x_2, \ldots, x_n$ de u et v satisfont à une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \partial v} = P\frac{\partial \theta}{\partial u} + Q\frac{\partial \theta}{\partial v}, \tag{1}$$

je dirai que le point de coordonnées $x_1, x_2, \ldots, x_n$ décrit un réseau dans l'espace à n dimensions.

» Ce réseau sera appelé *orthogonal*, ou, plus simplement, *réseau* O, si l'on a

$$\sum_1^n \frac{\partial x_i}{\partial u}\frac{\partial x_i}{\partial v} = 0.$$

» Pour cela, il faut et il suffit que l'équation (1) admette la solution

$$\lambda = x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2.$$

» Deux réseaux, $A(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ et $B(y_1, y_2, \ldots, y_p)$, sont dits *applicables*, l'un sur l'autre, si l'on a

$$dx_1^2 + dx_2^2 + \ldots + dx_n^2 = dy_1^2 + dy_2^2 + \ldots + dy_p^2.$$

Dans ce cas, l'équation à laquelle satisfont les coordonnées des deux réseaux est la même.

» Si $p = 3$, le réseau A sera appelé *réseau cyclique*, ou, plus simplement, *réseau* C.

» Nous réservons le nom de *congruences dans l'espace* à n dimensions aux systèmes doublement infinis de droites qui peuvent se partager en deux séries de développables, comme cela a toujours lieu dans l'espace ordinaire.

» La définition des congruences parallèles, des réseaux parallèles, des

réseaux et congruences conjugués, des réseaux et congruences harmoniques est la même que dans l'espace ordinaire. (Voir ma dernière Note aux *Comptes rendus.*)

» Si θ est une solution quelconque de l'équation (1), les coordonnées des foyers R et S d'une congruence harmonique au réseau A seront

$$(R)\qquad X_i = x_i - \frac{\theta}{\frac{\partial\theta}{\partial u}}\frac{\partial x_i}{\partial u},$$

$$(S)\qquad Y_i = x_i - \frac{\theta}{\frac{\partial\theta}{\partial v}}\frac{\partial x_i}{\partial v}.$$

» Si deux réseaux A et B sont applicables, nous appellerons *congruences harmoniques correspondantes* des deux réseaux celles qui proviennent d'une même valeur de θ. Ces deux congruences occupent la même position dans les deux réseaux.

» Parmi les droites qui sont perpendiculaires aux deux tangentes d'un réseau O, se trouve un système dépendant de $n-3$ constantes, qui décrivent des congruences. Ces droites spéciales sont les *normales* du réseau ; la congruence décrite par une normale sera appelée *congruence* O. Tout réseau A, harmonique à une congruence O, est applicable sur un réseau à une, deux ou trois dimensions. Ce dernier cas est le plus étendu ; en général A est un réseau C.

» Une congruence *cyclique* ou une congruence C est une congruence harmonique à un réseau O. Il y a une infinité de réseaux O, dépendant de $n-2$ constantes, harmoniques à une congruence cyclique. On les obtient en résolvant une équation différentielle. Si B est un réseau du système, R et S les foyers de la congruence cyclique, tous les triangles tels que BRS sont égaux. S'il existait d'autres réseaux O harmoniques, la congruence serait cyclique d'une infinité de manières.

» Revenons maintenant à l'espace à trois dimensions :

» *Un réseau* p.O *est la projection d'un réseau* O *dans l'espace à* $p+2$ *dimensions.*

» Mêmes définitions pour les *réseaux* p.C, les *congruences* p.O, les *congruences* p.C.

» *Pour qu'un réseau soit* p.O, *il faut et il suffit que l'équation* (1) *à laquelle satisfont ses coordonnées* x, y, z *admette en outre* $p-1$ *autres solutions* ξ_1, ξ_2, ξ_{p-1}, *et la solution*

$$h = x^2 + y^2 + z^2 + \xi_1^2 + \xi_2^2 + \ldots + \xi_{p-1}^2.$$

» *Pour qu'une congruence soit p.O, il faut et il suffit que l'équation*

$$(2)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{h}\frac{\partial h}{\partial v}\frac{\partial \theta}{\partial u} + \frac{1}{l}\frac{\partial l}{\partial u}\frac{\partial \theta}{\partial v} + R\theta,$$

à laquelle satisfont ses paramètres directeurs X, Y, Z, *admette, en outre, p solutions* ξ_1, ξ_2, ξ_p, *telles que*

$$X^2 + Y^2 + Z^2 + \xi_1^2 + \xi_2^2 + \ldots + \xi_p^2 = 0.$$

» *Pour qu'une congruence soit p.C, il faut et il suffit que l'équation* (2), *à laquelle satisfont ses paramètres directeurs* X, Y, Z, *admette, en outre,* $p-1$ *autres solutions* $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{p-1}$ *telles que l'on ait*

$$X^2 + Y^2 + Z^2 + \xi_1^2 + \ldots + \xi_{p-1}^2 = h^2 U^2 + l^2 V^2,$$

U *et* V *étant respectivement des fonctions de u seul et de v seul.* »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les lignes géodésiques de certaines surfaces.* Note de M. EMILE WAELSCH, présentée par M. Darboux.

« Soit S un faisceau de ∞^1 lignes géodésiques d'une surface F; la tangente d'une de ces géodésiques au point a est tangente à une autre surface F_1 en un point a_1.

» Si les ∞^2 géodésiques de F sont groupées en ∞^1 faisceaux S, à chaque faisceau correspond ainsi un point a_1; les points a_1 correspondant à tous les S forment une courbe A. On peut poser la question suivante : pour quelles surfaces les courbes A sont-elles transformées l'une de l'autre par les transformations d'un même groupe? Dans la Note présente je traite *le cas où les courbes* A *sont homothétiques pour les centres a respectifs* (¹).

» Nous employons les formules du Tableau IV de la *Théorie générale des surfaces* de M. Darboux, t. II, p. 385. Les courbes A homothétiques dans les plans des xy des trièdres mobiles seront données par l'équation en coordonnées polaires $\rho = \nu\Phi$, où ν est une fonction de u et v, Φ est une fonction de l'angle φ.

» Alors nous supposons que le mouvement du point a_1 relatif au trièdre ait lieu sur la courbe A; ce point subit un déplacement dont les compo-

(¹) Cf. *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1435, où j'ai traité le cas le plus spécial où la figure formée du point a et de la courbe A correspondante reste invariable.

santes sont

$$\delta x = \cos\varphi\, d(\nu\Phi) + A\,du - (r\,du + r_1\,dv + d\varphi)\nu\Phi\sin\varphi,$$
$$\delta y = \sin\varphi\, d(\nu\Phi) + C\,dv + (r\,du + r_1\,dv + d\varphi)\nu\Phi\cos\varphi.$$

» Le point $a_1 + \delta a_1$ doit appartenir à la surface F_1, dont le plan tangent à a_1 passe par l'axe des z du trièdre. De là on a la relation : $y\delta x - x\delta y = 0$ qui donne l'équation

$$(1)\qquad A\sin\varphi\, du - C\cos\varphi\, dv - \nu\Phi(r\,du + r_1\,dv + d\varphi) = 0,$$

dont les surfaces F_1 doivent fournir des intégrales. La condition d'intégrabilité de (1) est $\left(\text{en posant } \frac{\partial\nu}{\partial u} = \nu_u, \text{ etc.}\right)$:

$$(2)\qquad \Phi_\varphi = \frac{A\nu_v\Phi\sin\varphi + C\nu_u\Phi\cos\varphi + (r_v - r_{1u})\nu^2\Phi^2 + AC}{C_u\nu\sin\varphi - A_v\nu\cos\varphi};$$

elle donne les conditions pour les A et C qui figurent dans l'élément linéaire des surfaces cherchées.

» La condition (2) exige que la fraction $\frac{P}{Q}$ de droite soit indépendante de u et de v, ce qui donne les identités

$$(3)\qquad PQ_u - QP_u = 0, \qquad PQ_v - QP_v = 0.$$

» Nous distinguerons maintenant deux cas : Les identités (3) pourront être vérifiées : 1° soit pour chaque valeur de u, v, φ et Φ; 2° soit seulement pour u, v, Φ (¹).

» 1° Nous obtenons ici seulement certaines surfaces applicables sur des surfaces de révolution ; mais il est possible de choisir la courbe A d'un point a parmi une infinité de ∞^1 courbes. Soit l'élément linéaire de la surface $du^2 + U^2 dv^2$ (U fonction de u seule), nous trouvons les cas :

(a) $U = u^{\frac{1}{1-n}}$, si $n \neq 0, 1$; courbes A : $\rho = (1-n)u\left(\frac{\sin^{n+1}\varphi}{n\int\sin^n\varphi\, d\varphi} - \cos\varphi\right)$;

(b) $n = 0$: $U = u$ (développables); $\rho = u(c\sin\varphi - \cos\varphi)$;

(c) $n = 1$: $U = e^{mu}$ (surfaces de courbure constante $-m^2$; l'homothétie des courbes A devient congruence); $\rho = \frac{1}{m}\,\frac{1 - c\cos\varphi}{c - \cos\varphi}$.

» 2° Les identités (3) donnent ici l'équation de la courbe A, et l'on

(¹) Nous excluons d'avance le cas $\nu = \infty$, qui donne : F est développable; A est la droite de l'infini; chaque faisceau S contient des courbes géodésiques parallèles.

peut démontrer que cette courbe ne peut être que : (a) du deuxième ordre; elle passe alors par a et par un des points absolus du plan xy; (b) une droite.

» Bornons-nous, dans le cas (a), aux surfaces réelles; nous avons le résultat suivant :

» *Les surfaces, caractérisées par la propriété que les courbes* A *d'un groupement des géodésiques soient des cercles passant par les points* a *respectifs, ont l'élément linéaire*

$$U[(v + U_1)^2 du^2 + dv^2] \text{ (}^1\text{)};$$

le cercle A est tangent à la courbe $u =$ const. et passe par le centre de courbure géodésique de cette courbe par a.

» Considérons sur une de ces surfaces les ∞^1 courbes C, lieux du point a pour lequel le cercle A reste égal à lui-même. La courbe C coupe le cercle A en a sous un angle α. Si les courbes C coupent chacune des courbes $u =$ const. (enveloppes des cercles A) sous le même angle la *surface est applicable sur une spirale*, dont l'élément est

$$U(v^2 du^2 + dv^2).$$

» Si α est constant pour tous les points a, on a caractérisé les éléments suivants :

» 1° Si $\alpha = 0$: $du^2 + U dv^2$, surfaces applicables sur des surfaces de révolution;

» 2° Si $\alpha = \infty$: $(av + b)^2 du^2 + e^{2u} dv^2$;

» 3° Pour tout autre α : $(e^u + c)^{-2}(v^2 du^2 + \cot^2 \alpha \, dv^2)$.

» Enfin, dans le cas (b), l'élément prend la forme $A^2(du^2 + dv^2)$, où $\log A = z$ satisfait à l'équation $(z_{uu} + z_{vv})u + z_u = 0$. La droite A a l'équation $Kx = R$, où K est la courbure de la surface en a, et R est le rayon de courbure géodésique de la ligne $u =$ const. Parmi ces surfaces, il y a les développables (pour $z = 0$); les courbes géodésiques d'un faisceau S passent ici par un point, et ces points pour tous les S sont situés sur une même géodésique. Il y a aussi les surfaces à courbure constante négative (pour $z = -\log u$), où la distance du point a à la droite A correspondante devient constante. »

---

(1) On voit ici, géométriquement, que l'on peut trouver les géodésiques de cet élément par l'intégration successive de deux équations différentielles du premier ordre. La première intègre l'équation (1), l'autre est l'équation du faisceau S, donné par une des surfaces intégrales F_1 de (1). (Cf. Darboux, *Surfaces*, t. III, p. 82.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un nouvel algorithme.* Note de M. LÉMERAY.

M. LÉMERAY demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 5 juin 1893 et adresse le résumé suivant du contenu de ce pli :

« En cherchant, en coordonnées rectangulaires, une courbe telle que, M et M' étant deux de ses points dont les abscisses diffèrent d'une constante, la tangente de l'angle que fait avec OX la tangente en M soit en raison inverse de la sous-tangente en M', on est amené à l'équation aux différences mêlées $y'_1 = Cy_1 y'$ où l'on a posé $y_1 = f(x + \Delta x)$. En posant $e^C = a$, cette équation admet l'intégrale particulière

$$(1) \qquad y = \overset{x}{\dot{a}}\Big|^{y_1},$$

le symbole qui la représente étant défini comme il suit :

$$\overset{x}{\dot{a}}\Big|^{y_0} = a^{\overset{x-1}{\dot{a}}\Big|^{y_0}}, \qquad \overset{1}{\dot{a}}\Big|^{y_0} = a^{y_0}.$$

La substitution y_0, $a + y_0$ effectuée x fois fournit la fonction $y = ax + y_0$; la substitution y_0, ay_0 effectuée x fois fournit la fonction $y = a^x + y_0$; de même la substitution y_0, a^{y_0} effectuée x fois fournit la fonction (1). Ce symbole peut donc être considéré comme celui d'un quatrième algorithme naturel. On peut établir un théorème d'addition et les théorèmes subséquents. On a la relation

$$\log_a c = \overset{-1}{\dot{a}}\Big|^{c}$$

comparable à $\frac{c}{a} = a^{-1} + c$, et qui exprime le logarithme en symboles directs finis avec adjonction du seul symbole inverse -1. On peut donc donner aussi une notation finie directe des fonctions circulaires et hyperboliques inverses. Les racines réelles de l'équation $x = a^x$ sont les limites de

$$\overset{\pm m}{\dot{a}}\Big|^{e^{\pm 1}} \quad \text{(pour } m \text{ infini)},$$

en prenant, suivant les valeurs de a, une combinaison convenable des signes.

» L'auteur complète aujourd'hui ces résultats par l'expression des

racines imaginaires,

$$\overset{-m}{a}\Big|^{\pm\sqrt{-1}} \quad \text{(pour } m \text{ infini)};$$

à chacune des déterminations (en nombre infini) de la limite, correspond une racine imaginaire. On peut ramener à cette équation les suivantes : $x^x = a$, $ax^x = b^x$ et quelques autres plus générales. Toutes les fonctions $\overset{p}{a}\Big|^{z}$ où p a une valeur quelconque sont des intégrales de l'équation fonctionnelle

$$\varphi(a^z) = a^{\varphi(z)}. \text{ »}$$

CHIMIE. — *Sur un nouveau sel platineux mixte*. Note de M. **M. Vèzes** (¹), présentée par M. Troost.

« L'action ménagée des acides chlorhydrique, bromhydrique, ou iodhydrique, sur le platonitrite de potassium $Pt(AzO^2)^4K^2$, donne lieu, comme je l'ai montré antérieurement (²), à l'élimination de la moitié de l'acide azoteux contenu dans ce sel, et à la formation de sels mixtes chloro, bromo ou iodoazotés, très stables en solution aqueuse : le platodichloronitrite $PtCl^2(AzO^2)^2K^2$, le platodibromonitrite $PtBr^2(AzO^2)^2K^2$, enfin le platodiiodonitrite $PtI^2(AzO^2)^2K^2$, déjà obtenu par Nilson (³) par une voie différente. L'acide oxalique donne lieu à une réaction analogue, avec cette seule différence que, vu sa bibasicité, une seule molécule d'acide, au lieu de deux, intervient dans la réaction.

» I. Si l'on verse, en effet, dans une solution concentrée et chaude de platonitrite de potassium, une solution d'acide oxalique, en quantité telle que le mélange renferme un peu plus d'une molécule d'acide par molécule du sel, la liqueur passe au vert et fournit un notable dégagement de vapeurs nitreuses. Puis ce dégagement cesse, en même temps que la liqueur prend une teinte jaune d'or. Abandonnée alors au refroidissement, elle fournit un abondant dépôt de cristaux prismatiques jaune clair, agissant sur la lumière polarisée.

(¹) Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux, laboratoire de Chimie minérale.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XXIX, p. 145 et suiv.

(³) *J. für prakt. Chemie*, 2ᵉ série, t. XXI, p. 172.

» Le sel ainsi obtenu est, comme les sels mixtes cités plus haut, un produit de substitution du platonitrite, dans lequel deux groupes AzO^2 dérivés de l'acide azoteux AzO^2H sont remplacés par le radical divalent $CO^2.CO^2$ dérivé de l'acide oxalique $CO^2H.CO^2H$:

$$Pt(CO^2.CO^2)(AzO^2)^2K^2 + H^2O.$$

» Ce sel, dont l'étude détaillée sera publiée prochainement dans un autre Recueil, doit dès lors porter le nom de *platooxalonitrite de potassium*.

» II. Si l'on emploie, dans sa préparation, une quantité d'acide oxalique moindre que celle qui a été indiquée plus haut, on obtient encore le même sel, mais l'eau-mère de sa cristallisation, concentrée à son tour, laisse déposer, inaltéré, une partie du platonitrite employé. Il ne se forme donc pas, dans ces conditions, de sel stable dont la composition soit intermédiaire entre celle du platonitrite et celle du platooxalonitrite, et qui corresponde au platomonochloronitrite $PtCl(AzO^2)^3K^2$ et au platomonobromonitrite $PtBr(AzO^2)^3K^2$ que j'ai décrits autrefois (¹).

» Si l'on emploie, au contraire, un notable excès d'acide oxalique, on voit apparaître de très fines aiguilles rouge-cuivre de platooxalate de potassium $Pt(CO^2.CO^2)^2K^2 + 2H^2O$, résultant de l'élimination totale de l'acide azoteux du platonitrite, et correspondant parfaitement à la description que Söderbaum (²) a donnée de l'isomère foncé de ce sel. Le platooxalate constitue ainsi, comme on devait s'y attendre, le terme final de la réaction de l'acide oxalique sur le platonitrite.

» Remarquons que l'impossibilité d'obtenir, dans les conditions qui viennent d'être indiquées, d'autres sels intermédiaires entre le platonitrite et le platooxalate que le platooxalonitrite $Pt(CO^2.CO^2)(AzO^2)^2K^2$, est une nouvelle preuve de la stabilité particulière que présentent, parmi les platosels mixtes, les combinaisons de la forme $PtX^2Y^2K^2$: fait qui résultait déjà de mes recherches sur les sels chloroazotés, bromoazotés et iodoazotés du platine (³), et sur lequel Miolati (⁴) a insisté récemment.

» III. Desséché à froid par compression sur du papier à filtre, le platooxalonitrite de potassium est inaltérable à l'air. Chauffé au-dessus de 100°, il s'effleurit et perd une molécule d'eau de cristallisation. Chauffé vers 240°,

---

(¹) *Loc. cit.*, p. 178 et 194.
(²) *Studier öfver platooxalylföreningar*, thèse Upsal, 1888.
(³) *Loc. cit.*, et particulièrement pages 181, 193, 197, 206.
(⁴) *Rendiconti dell' Acc. dei Lincei*, 1896, 2e semestre, p. 144, note 3.

il se décompose avec une sorte de bouillonnement, résultant d'un dégagement de gaz carbonique qui se produit quantitativement suivant l'équation

$$Pt(CO^2.CO^2)(AzO^2)^2K^2 = Pt + 2AzO^2K + 2CO^2.$$

Il est notablement soluble dans l'eau bouillante, très peu soluble dans l'eau froide. Sa solution est très stable : elle peut être portée à l'ébullition et évaporée jusqu'à siccité sans altération du sel qu'elle contient.

» Ces propriétés du platooxalonitrite de potassium sont susceptibles d'être utilisées dans la séparation des métaux de la mine de platine. Lorsqu'on effectue cette séparation par la méthode des azotites ([1]), c'est sous forme de platonitrite potassique que le platine se trouve séparé des métaux voisins. La transformation de ce sel en oxalonitrite, encore moins soluble à froid, permettra de recueillir plus complètement le métal ainsi purifié; et la décomposition par la chaleur de cet oxalonitrite permettra de régénérer immédiatement ce métal. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Procédé de séparation et de distillation du brome d'un mélange de chlorure et de bromure alcalins.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« La décomposition des bromures par l'action d'une solution de sulfate de cuivre et de permanganate de potassium ne permet pas de recueillir ni de doser directement le brome, quand on le sépare par diffusion en opérant dans le vide ([2]). Il attaque, en effet, en partie la graisse qui sert à la fermeture. On ne peut donc en connaître le poids que par différence, lorsqu'on a déterminé celui du chlore et la somme des poids des deux éléments. Or, tout procédé de dosage indirect est imparfait et d'autant plus que le corps est en quantité relativement plus petite, de telle sorte que, dans les cas extrêmes, ce procédé ne présente plus aucune garantie.

» Nous avons donc cherché à enlever mécaniquement le brome du liquide où il se forme, soit par ébullition, soit par un courant d'air ([3]).

([1]) A. Joly et E. Leidié, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1259.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 859.

([3]) Il n'y a pas à songer à faire usage des dissolvants C^6H^6, $CHCl^3$, CS^2 ou autres, car la réaction ne se fait que progressivement. D'ailleurs, le procédé d'extraction par les lavages, parfait au point de vue qualitatif, est, malgré les éloges qu'en ont faits

» La méthode par ébullition, dans laquelle la vapeur d'eau formée a pour objet d'entraîner le brome libre, a révélé presque aussitôt les inconvénients qu'elle comporte. Le premier est de fournir des volumes d'eau énormes à la condensation. En second lieu, l'ébullition cause des variations rapide du volume liquide. Or les chlorures alcalins, stables à 100°, si la solution n'est pas trop chargée en sels de cuivre, se décomposent si la concentration augmente au delà de certaines limites, et cette action s'accroît avec la richesse relative de la dissolution. Si, par contre, pour parer à la décomposition des chlorures, on fait des additions d'eau pendant l'opération, celle des bromures se ralentit, quand la dilution est trop forte, et, pour éliminer la totalité du brome, il faut alors un temps extrêmement long. La méthode par ébullition n'est donc pas applicable, puisque la séparation n'est pratiquement possible que dans des conditions données.

» L'emploi d'un courant d'air nous a permis, au contraire, de résoudre facilement la question. Il a, en outre, l'avantage d'être utilisable à toutes les températures.

» Pour opérer, nous nous sommes servis de ballons à long col (16^{cm}) en vue d'éviter les projections, fermés par un bouchon rodé portant le tube de dégagement et celui d'arrivée de l'air, qui pénètre jusqu'au fond du ballon. Ce dernier tube est terminé par une partie beaucoup plus large, afin de prévenir l'obstruction que pourraient produire les composés insolubles qui se forment. Le condensateur est des plus simples. C'est un tube fermé à un bout, ouvert à l'autre, et formé par une série de petites boules, séparées par des étranglements. Pendant l'opération, le condensateur doit être tenu dans une position inclinée, de façon à produire un remous à chaque étranglement et à pulvériser la masse gazeuse dans le liquide absorbant.

» Ce n'est pas ici la place de donner les dimensions auxquelles nous nous sommes arrêtés pour ces appareils, et pour lesquelles nous a guidés la pratique. Nous réservons ces détails pour le Mémoire où nous exposerons l'ensemble de nos recherches. Il nous suffit de dire que, avec une lessive alcaline à 3 ou 4 pour 100, l'absorption est si parfaite que de l'air, dans lequel on fait diffuser de la vapeur de brome, lancé à la vitesse de $2^{lit}\frac{1}{4}$ à la minute par un tube de 3^{mm} de diamètre intérieur, sort du condensateur, au fond duquel plonge le tube abducteur, complètement purgé de brome.

» Il est à peine besoin de faire remarquer combien la manipulation et le rinçage de ce condensateur sont aisés. On peut l'adapter et le retirer avec la plus grande facilité, de telle sorte que rien ne s'oppose à ce qu'on le change pendant l'opération, ce qui n'est pas sans importance, puisqu'on a ainsi, sans crainte de perte, le moyen de suivre

---

certains auteurs, toujours laborieux et extrêmement minutieux. Avec des appareils convenables, la distillation est au contraire d'une pratique plus simple, plus propre et généralement plus rapide. Quand elle est possible, on doit toujours la préférer.

et de contrôler à tout instant la marche de la réaction. La seule précaution à prendre lors de ce changement est de ralentir momentanément le courant d'air.

» Ces indications données, voici comment on procède à l'étude d'un mélange :

» On l'introduit dans le ballon à réaction avec les poids nécessaires de sulfate de cuivre et d'eau; on chauffe pour aider à la dissolution, puis on laisse refroidir, et l'on ajoute ensuite le permanganate. On ferme, on adapte le condensateur contenant de la lessive alcaline de 3 à 5 pour 100, et l'on fait passer le courant d'air, en portant l'appareil à la température voulue dans un bain-marie. Quant à l'évaporation rapide du liquide, on l'évite en employant de l'air saturé de vapeur d'eau à la température de l'opération. Pour cela, dans le même bain où l'on chauffe le ballon à réaction, on en a placé un second beaucoup plus vaste, contenant de l'eau, où l'air barbotte d'abord avant de pénétrer dans la solution du mélange à analyser. A l'aide d'une pince mobile qui le porte, on peut plonger ce second ballon plus ou moins dans le bain-marie et, selon les besoins, y activer ainsi ou y ralentir la formation de vapeur. A l'aide de ce dispositif et en s'aidant d'un repère que porte le vase à réaction, on peut maintenir à peu près constant dans ce dernier le volume liquide qu'il contenait au début.

» La distillation du brome terminée, on arrête. Pour cela, il faut avoir soin, pour éviter toute absorption, de retirer le condensateur avant de supprimer le courant d'air. Puis on rince le tube abducteur et l'on fait les dosages.

» Dans le liquide alcalin et froid décanté du condensateur, on ajoute d'abord un peu de gaz sulfureux, puis un mélange d'une solution de nitrate d'argent au dixième et d'acide nitrique, ce dernier en assez forte quantité. Dès que la liqueur est devenue acide, l'acide sulfureux réduit tous les composés oxygénés du brome, s'il en existe (et, en général, des corps halogènes qui pourraient y exister); on porte alors presque à l'ébullition, et le gaz sulfureux qui reste, ainsi que le sulfite d'argent peu soluble qui s'est formé sont détruits à leur tour par l'action oxydante de l'acide nitrique en excès. Il ne demeure, comme composé insoluble, que le bromure d'argent (et les autres composés halogénés de l'argent, s'il y en avait).

» Il est préférable d'ajouter le nitrate d'argent avec l'acide nitrique et non pas après, pour parer à toute perte de brome, dont il pourrait y avoir mise en liberté par l'addition en excès d'acide nitrique.

» Quant au contenu du ballon à réaction, qui renferme le chlore et le chlore seul, si la réaction a été complète, on le traite exactement comme nous avons traité le résidu que donne la méthode par évaporation dans le vide, et l'on obtient le chlore sous forme de sel d'argent.

» Il reste entendu que le bromure et surtout le chlorure d'argent ne doivent être filtrés qu'après refroidissement complet des liquides. Ces composés sont, en effet, légèrement solubles dans l'eau bouillante, surtout si elle est acide, tandis qu'à froid l'expérience prouve que même un excès sensible d'acide nitrique ne nuit nullement à la précision des résultats.

» Il va de soi que les méthodes sont applicables au cas d'un mélange

d'acides HCl et HBr, si on les neutralise de façon à les transformer en sels alcalins.

» La marche générale du mode opératoire indiquée une fois pour toutes, il nous reste à faire connaître comment on a trouvé les conditions nécessaires à la séparation du chlore et du brome ; c'est ce que nous exposerons ultérieurement en donnant à l'appui les vérifications faites sur des mélanges synthétiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation réversible du styrolène en métastyrolène sous l'influence de la chaleur.* Note de M. **Georges Lemoine**.

« Le styrolène ou cinnamène C^8H^8, produit d'une quadruple condensation de l'acétylène, est ordinairement liquide : il se change, sous l'influence de la chaleur ou sous celle de la lumière, en un polymère solide, le *métastyrolène* qui lui-même, à une température élevée, régénère le styrolène. J'ai cherché à préciser les conditions de cette transformation.

» Le styrolène employé avait été fourni par la maison Stéphane Girard et Leser : il provenait de l'acide cinnamique de synthèse. Je le purifiais par des distillations fractionnées dans le vide. L'analyse organique correspondait bien à la formule C^8H^8. La température d'ébullition était de 142°-144° sous la pression 751^{mm}, d'environ 53°-54° à $1^{mm},8$ et d'environ 48°,5 à $0^{mm},9$. Les poids spécifiques étaient

Températures......	0°	12°,1	16°,5	27°,1	51°,5	87°
Poids spécifiques...	0,920	0,910	0,908	0,899	0,879	0,852

» D'après Schœrling celui du métastyrolène serait 1,054 à 13°.

» Le métastyrolène est soluble dans le styrolène, qui devient ainsi de plus en plus visqueux. A la température ordinaire, le styrolène peut dissoudre un poids de métastyrolène égal au sien sans se solidifier entièrement. Les deux états isomériques peuvent être séparés par une distillation dans le vide au bain-marie : des pesées, faites avant et après, donnent la proportion de métastyrolène dans un mélange. C'est ainsi qu'ont été faites les déterminations suivantes (1).

» A la température ordinaire, dans l'obscurité, il y a transformation, mais elle est extrêmement lente : en un an, 18^{gr} de styrolène ont donné $0^{gr},10$ de métastyrolène, soit $\frac{1}{2}$ pour 100.

(1) On chauffait une demi-heure au bain-marie.

» Des déterminations comparatives ont été faites à des températures de 97°, 160°, 240°, 310° (vapeur de diphénylamine), 350° (vapeur de mercure). A 97°, 160°, 240°, on employait de grands bains d'eau ou d'huile où les vases, scellés à la lampe, étaient complètement immergés : la température était rendue constante avec des régulateurs.

» On constate d'abord que *le styrolène et le métastyrolène, chauffés dans des volumes égaux, portés tout entiers à une même température, tendent vers une même limite.*

» On a chauffé cent dix-neuf heures, à 240°, d'une part $4^{gr},50$ de styrolène, de l'autre $4^{gr},50$ de métastyrolène dans des matras de 250^{cc} : les poids de styrolène persistant ont été respectivement $0^{gr},205$ et $0^{gr},208$.

» *La quantité de styrolène persistant dépend du volume offert à la transformation* lorsqu'elle s'opère à une température constante pour toutes les parties de l'appareil : la limite correspond donc à une tension de vapeur comme pour les phénomènes de dissociation.

» Ainsi, on a chauffé 120 heures, à 97°, un tube de $14^{cc},9$ et un ballon de 560^{cc} renfermant chacun $4^{gr},50$ de styrolène : les poids de styrolène persistant ont été respectivement $0^{gr},061$ et $0^{gr},345$.

» La transformation, d'abord assez rapide, se ralentit progressivement. Sa *vitesse* a été appréciée avec de petits tubes de 12^{cc} à 19^{cc} dont le volume était exactement mesuré : en en retranchant le volume du styrolène (5^{cc} pour $4^{gr},50$), on avait le volume libre offert à la transformation :

Température : 97°.	$4^{gr},50$ styrolène.								$4^{gr},50$ métastyrolène
Nombre d'heures...	1^h	$2^h,5$	$4^h,25$	16^h	47^h	120^h	120^h	1128^h	1128^h
Volume libre......	$8^{cc},2$	$9^{cc},1$	$11^{cc},6$	$12^{cc},1$	$11^{cc},5$	$14^{cc},1$	$9^{cc},9$	$12^{cc},5$	$17^{cc},6$
Styrolène persistant.	$4^{gr},28$	$3^{gr},18$	$0^{gr},49$	$0^{gr},17$	$0^{gr},04$	$0^{gr},03$	$0^{gr},06$	$0^{gr},005$	$0^{gr},04$
soit par litre.....	522^{gr}	350^{gr}	42^{gr}	14^{gr}	4^{gr}?	2^{gr}?	6^{gr}	$0^{gr},4$	$2^{gr},4$

Température : 160°.	$4^{gr},50$ styrolène.								$4^{gr},50$ métastyrolène.
Nombre d'heures...	$0^h,33$	1^h	2^h	6^h	19^h	49^h	96^h	120^h	120^h
Volume libre.......	$8^{cc},5$	$9^{cc},2$	$10^{cc},5$	$11^{cc},7$	10^{cc}	$7^{cc},5$	$10^{cc},5$	$13^{cc},4$	$14^{cc},6$
Styrolène persistant.	$3^{gr},54$	$0^{gr},93$	$0^{gr},85$	$0^{gr},32$	$0^{gr},05$	$0^{gr},03$	$0^{gr},03$	$0^{gr},04$	$0^{gr},08$
soit par litre.....	416^{gr}	101^{gr}	81^{gr}	27^{gr}	5^{gr}	7^{gr}	3^{gr}	3^{gr}	$5^{gr},5$

Température : 240°.	4gr,50 styrolène.		4gr,50 métastyrolène.
Nombre d'heures	4^h	16^h	119^h
Volume libre	14^{cc}	9^{cc}	$13^{cc},4$
Styrolène persistant	$0^{gr},12$	$0^{gr},05$	$0^{gr},08$
soit par litre	$8^{gr},7$	$5^{gr},2$	6^{gr}

» Pour déterminer la *limite* on s'est attaché surtout aux expériences faites avec des ballons ou des matras d'une assez grande capacité : elle paraît un peu différente pour des tubes de petit volume, à cause de l'influence perturbatrice des parois, signalée en d'autres circonstances (M. Van't Hoff, M. Konowalow), et y offre d'ailleurs moins de précision.

Température : 97°.	4gr,50 styrolène.			4gr,50 métastyrolène.		0gr,225 métastyrolène.
Nombre d'heures	120^h	480^h	1008^h	480^h	1008^h	1008^h
Volume libre	555^{cc}	575^{cc}	545^{cc}	605^{cc}	495^{cc}	515^{cc}
Styrolène persistant ramené à 1^{lit}	$0^{gr},6$	$0^{gr},5$	$0^{gr},15$	$0^{gr},25$	$0^{gr},08$	$0^{gr},08$

Température : 160°.	4gr,50 métastyrolène.
Nombre d'heures	120^h
Volume libre	160^{cc}
Styrolène persistant ramené à 1^{lit}	$0^{gr},7$

Température : 240°.	4gr,50 styrolène.	4gr,50 métastyrolène.
Nombre d'heures	119^h	119^h
Volume libre	245^{cc}	245^{cc}
Styrolène persistant ramené à 1^{lit}	$0^{gr},8$	$0^{gr},8$

Température : 310°.	4gr,50 styrolène.	4gr,50 métastyrolène.
Nombre d'heures	144^h	168^h
Volume libre	169^{cc}	171^{cc}
Styrolène persistant ramené à 1^{lit}	$0^{gr},9$	$0^{gr},5$

Température : 350°.	4gr,50 métastyrolène.		
Nombre d'heures	2^h	6^h	Liquide noir, fluide, indiquant une décomposition.
Volume libre	545^{cc}	515^{cc}	
Styrolène persistant ramené à 1^{lit}	$1^{gr},6$	$3^{gr},3$	

» Ainsi, vers 97°, la transformation finit par devenir presque complète. La limite augmente, mais très peu, avec la température : $0^{gr},9$ par litre à 310° correspond à une tension de vapeur de $0^{atm},4$.

» En résumé, la transformation réversible du styrolène en métastyrolène sous l'influence de la chaleur rappelle par ses allures générales celle du phosphore, du cyanogène, de l'acide cyanique; elle tend progressivement vers une limite exprimée par une tension de vapeur de styrolène.

» M. Ferrières m'a prêté dans ces recherches son meilleur concours : je le prie de recevoir tous mes remercîments. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du maximum de densité des solutions de chlorure de baryum.* Note de M. **L.-C. de Coppet**, présentée par M. Friedel.

« La méthode employée est celle qui a été décrite dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. III; 1894. J'ai apporté toutefois au procédé expérimental plusieurs nouveaux perfectionnements, dont un des plus importants est l'emploi de la Photographie pour relever simultanément l'état des thermomètres.

» Les résultats des expériences sont consignés dans le Tableau suivant. Les températures sont ramenées à l'échelle du thermomètre à hydrogène, d'après la Table de M. Chappuis.

Poids de $BaCl^2$		Température du maximum de densité.	Abaissement de la température du maximum D.	Abaissement moléculaire	
dans 1000^{gr} d'eau P.	dans 1^{lit} de solution à 15° P'.			$\frac{D}{P} \times 207,9$.	$\frac{D}{P'} \times 207,9$.
gr 0	gr 0	3°,982 (¹)	»	»	»
6,73	6,72	3,210 3,204	0°,775	23,94	23,97
10,42	10,40	2,785	1,197	23,88	23,93
20,83	20,79	1,572	2,409	24,04	24,09
41,72	41,56	— 0,843	4,825	24,04	24,14

» L'abaissement moléculaire de la température du maximum de densité est sensiblement proportionnel au poids de $BaCl^2$ dissous dans 1000^{gr} d'eau. »

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. III; 1894.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux réactions colorées de l'acide pyruvique.* Note de M. LOUIS SIMON, présentée par M. Friedel.

« I. L'acide pyruvique $CH^3-CO-COOH$, additionné de potasse puis de nitroprussiate de sodium, fournit *une belle coloration rouge violacé intense.*

» 1° A 1cc de la solution on ajoute environ le même volume d'une solution de potasse (densité : 1,15 à 1,20), puis quelques gouttes d'une solution fraîche et assez concentrée de nitroprussiate de sodium; il se développe immédiatement une belle coloration rouge orangé, tirant sur le rouge violacé dès qu'il y a une quantité sensible d'acide. Lorsque l'acide se trouve en très faible proportion, il est bon d'opérer par comparaison, la solution alcaline de nitroprussiate étant elle-même colorée en jaune; la différence est très visible pour la dilution $\frac{1}{20000}$ (1); on peut déceler de cette manière $\frac{1}{50000}$ d'acide pyruvique.

» 2° L'addition d'acide acétique à la solution colorée produit un virage du rouge vers le violet foncé; un excès d'acide acétique entraîne la disparition de la coloration.

» Lorsque les solutions sont très étendues, il faut verser l'acide acétique dilué goutte à goutte pour saisir le virage. L'addition d'acide pyruvique produit les mêmes phénomènes : il faut donc employer le réactif en excès par rapport à l'acide.

» 3° Les dérivés, sels et éthers, de l'acide pyruvique présentent la même réaction, mais sa phénylhydrazone $CH^3-\underset{\underset{Az-AzHC^6H^5}{\parallel}}{C}-CO^2H$ ne la donne plus. L'acide phénylglyoxylique $C^6H^5-CO.CO^2H$ et ses dérivés ne donnent aucune coloration.

» 4° L'acide pyruvique est loin d'être seul à donner cette réaction, qui n'est autre que la réaction indiquée par Weyl pour déceler la créatinine et par Legal pour caractériser l'acétone. Il y a quelques années, M. Bela von Bitto (2) a indiqué comme présentant la même réaction un grand nombre de corps aldéhydiques ou cétoniques et parmi eux l'acide pyru-

(1) Il n'est peut-être pas inutile, au point de vue du titrage acidimétrique de l'acide pyruvique, de remarquer qu'à ces dilutions extrêmes il produit encore un virage très net de l'hélianthine.

(2) *Liebig's Annalen*, t. CCLXVII, p. 372.

vique, mais il ajoute que, autant que ses expériences pouvaient l'affirmer, la réaction était beaucoup moins sensible que pour les acétones. D'après ce qui précède, on voit que cette indication est inexacte : à dilution égale, la coloration rouge donnée par l'acide pyruvique et le virage violet fourni ensuite par l'acide acétique sont beaucoup plus visibles que les colorations rouge ou carmin fournies respectivement par l'acétone dans les mêmes circonstances.

» M. Bela von Bitto avait attribué l'origine de la réaction colorée au groupe — CH — CO — présent dans la molécule qui la fournit; depuis, M. Denigès ([1]) est arrivé indépendamment à une conclusion analogue; pour lui la coloration est liée à la présence du groupe CH^2 — CO quand le carbonyle n'est pas uni immédiatement à un certain nombre de radicaux monovalents tels que OH, OR, OM, Az X^2, Cl. Ces règles ne peuvent être considérées comme absolues, car elles comportent un certain nombre d'exceptions : je ne veux citer que le camphre qui renferme certainement le groupe CH^2 — CO et qui ne donne pas de coloration.

» Quoi qu'il en soit, cette réaction est fournie par un grand nombre de corps (aldéhydes, cétones, éther acétylacétique, acétone, etc.) et, quoique très sensible avec l'acide pyruvique, ne peut être considérée comme le caractérisant sans ambiguïté. Il en est tout autrement de la suivante.

» II. L'acide pyruvique, additionné d'ammoniaque puis de nitroprussiate de sodium, fournit, au bout de quelques minutes, *une belle coloration bleu violacé*.

» 1° Pour utiliser cette réaction on opère comme il suit :

» On prend 1^{cc} de la solution acide, on y ajoute un volume égal d'ammoniaque en solution concentrée, puis quelques gouttes de nitroprussiate. La coloration ne se produit pas instantanément, mais d'autant plus lentement que la solution acide est plus diluée; pour des solutions très étendues, elle est d'abord verte, puis d'un bleu franc. Pour la dilution $\frac{1}{500}$ la teinte est vert foncé; pour $\frac{1}{2000}$ elle est vert feuille; pour $\frac{1}{5000}$ il n'y a plus de coloration visible. Il est avantageux, pour la rapidité et la sensibilité de cette réaction, d'ajouter au mélange indiqué une petite quantité d'acide acétique en évitant cependant de rendre la solution acide. Dans ces conditions, avec la dilution $\frac{1}{500}$ la teinte est d'un bleu franc; avec $\frac{1}{2000}$ elle est encore bleue, légèrement verdâtre; la limite de sensibilité est d'environ $\frac{1}{10000}$.

» 2° Une douce chaleur peut également accélérer l'apparition de la coloration dans le mélange d'acide pyruvique, d'ammoniaque et de nitro-

---

([1]) *Bull. Soc. chim.*, t. XV, page 1058, et t. XVII, page 381.

prussiate; mais l'ébullition la détruit ou tout au moins a une action spéciale sur laquelle je n'insisterai pas dans cette Note; un excès d'acide acétique est également nuisible.

» Les colorations dont il vient d'être question sont assez stables; cependant, au bout d'un temps qui varie avec la dilution de la solution acide employée, elles disparaissent pour faire place à une coloration rouge orangé.

» L'addition de potasse fait passer la couleur du bleu au rouge foncé; l'acide acétique ajouté immédiatement la ramène au bleu.

» 3° Les dérivés de l'acide pyruvique, sels et éthers, fournissent la même réaction.

» Je n'ai rencontré qu'un seul autre corps fournissant cette réaction : l'acétophénone, qui se distingue nettement de l'acide pyruvique par la réaction de Legal qui donne, avec cette cétone, une coloration bleue stable.

» *Cette réaction me paraît donc être caractéristique des dérivés pyruviques.* Comme elle n'appartient ni aux aldéhydes et cétones, ni à l'éther acétylacétique, ni aux dérivés phénylglyoxyliques, il est permis de supposer qu'elle est en corrélation avec l'existence dans la molécule du groupe

$$CH^2 - CO - CO^2H.$$

» 4° Les amines grasses agissent sur le nitroprussiate additionné d'acide pyruvique; elles déterminent l'apparition rapide d'une coloration violet foncé qui par l'addition d'acide acétique vire au bleu, puis disparaît rapidement.

» *C'est là une réaction qui paraît appartenir à toutes les amines grasses;* elle a été vérifiée pour les trois méthylamines, la mono et la diéthylamine, l'amylamine et la benzylamine [1] : avec cette dernière base la coloration est lie de vin.

» La réaction des amines est, à deux égards, distincte de celle de l'ammoniaque : la coloration apparaît plus rapidement, mais est beaucoup plus fugace, surtout en présence d'acide acétique; tandis que, pour l'ammoniaque, c'est en présence d'un peu de cet acide que le réactif a sa plus grande sensibilité. »

---

[1] Je dois à l'obligeance de M. Delépine d'avoir pu essayer cette réaction sur des échantillons purs de diméthylamine, de triméthylamine, d'amylamine et de benzylamine.

CHIMIE. — *Action de l'acide azotique sur le cobalticyanure de potassium.* Note de M. E. FLEURENT, présentée par M. Aimé Girard.

« Zwenger a annoncé (*Lieb. Ann. Ch.*, t. LXII, p. 161) que l'acide azotique bouillant et même, l'acide azotique fumant, étaient sans action sur le cobalticyanure de potassium. MM. Loring Jackson et Comey [1], reprenant cette étude, ont combattu cette manière de voir et montré que, si l'on chauffe à l'ébullition une solution concentrée de cobalticyanure et d'acide nitrique également concentré, on obtient, après deux heures de chauffe, une masse gélatineuse dont la formule est $Co^3Cy^{11}KH^2 + H^2O$, soluble dans l'eau à la température de 60° et donnant, par double décomposition avec les sels métalliques, des composés auxquels les auteurs ont donné le nom de *cobaltocobalticyanures*. Dans cette réaction, d'après eux, on n'observe pas, ainsi qu'on pourrait s'y attendre, la formation de nitrocobalticyanure analogue aux sels habituellement désignés sous le nom de *nitroprussiates*.

» J'ai étudié, depuis un certain nombre d'années déjà, l'action de l'acide azotique sur le cobalticyanure de potassium, et j'ai observé, de mon côté, la formation de la masse gélatineuse citée plus haut, sur les propriétés de laquelle je reviendrai bientôt. Mais je me suis attaché aussi à bien préciser les conditions dans lesquelles s'opère la réaction précédente et je crois pouvoir affirmer que, dans certaines conditions, elle donne naissance en même temps à un terme défini dont les réactions sont des plus caractéristiques.

» Si l'on chauffe pendant dix heures environ, dans un bain-marie porté à l'ébullition, 100 parties de cobalticyanure de potassium avec 500 parties d'acide azotique étendu de son volume d'eau, on obtient une liqueur fluorescente rouge orangé foncé qui, débarrassée du nitrate de potasse par cristallisations successives, saturée ensuite par le carbonate de potasse et additionnée d'un excès d'alcool à 66°, abandonne une masse sirupeuse, analogue à celle obtenue par MM. Jackson et Comey. Mais ce produit n'est pas le seul formé dans cette réaction. Si, en effet, à la liqueur alcoolique séparée on ajoute une solution de sulfate de cuivre, on voit se former une poudre vert-pré, que le microscope montre formée par des cristaux octaédriques dont quelques-uns sont assez volumineux pour être distingués à l'œil nu. Si l'on examine ce produit au point de vue qualitatif, les réactifs : sulfate ferreux, brucine, montrent la présence,

(1) *Deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXIX, p. 1020.

dans sa structure moléculaire, du groupe AzO, et il est facile d'y déceler, à côté du cuivre, la présence du cyanogène et du cobalt. L'action des sulfures alcalins, des alcalis, enfin, indique que ce produit se comporte absolument comme un nitroprussiate. Il semble donc que l'on soit bien là en présence du vrai type nitrocobalticyanure.

» Je poursuis d'ailleurs l'examen de la réaction de l'acide nitrique sur le cobalticyanure de potassium, et la présente Note n'a pour but que de prendre date et de me permettre de continuer cette étude. »

CHIMIE ANIMALE. — *Contribution à l'histoire biologique des phosphates.* Note de M. L. Jolly.

« Dans nos études antérieures sur le rôle biologique des phosphates ([1]), en rapprochant les propriétés physiques des phosphates trouvés dans la cendre des tissus, des propriétés semblables de ces tissus, nous avons émis l'hypothèse qu'une partie de ces phosphates minéraux devait remplir une fonction capitale dans leur structure. D'autre part, en tenant compte de l'élimination phosphatée consécutive à tout acte fonctionnel, nous avons pensé qu'une autre partie de ces phosphates devait se trouver à l'état mobile dans le protoplasma cellulaire, de manière à pouvoir être utilisée dans les actes vitaux, sans compromettre la structure des tissus. Le but de cette Note est de faire connaître le moyen que nous avons employé pour constater cette fonction des phosphates dans les tissus.

» La solution de molybdate d'ammoniaque dans l'acide nitrique étendu, si fréquemment employée en Chimie analytique pour la recherche de l'acide phosphorique, nous sert pour déceler sa présence dans les tissus animaux et démontrer ainsi l'existence de phosphates minéraux dans ces tissus. Nous nous sommes assuré préalablement, par une macération de plusieurs jours dans l'acide nitrique étendu, que la coloration jaune que donne le réactif molybdique ne pouvait pas être attribuée à l'action de l'acide nitrique libre sur les tissus.

» Nos recherches ont été faites sur des fragments de tissu musculaire et de moelle épinière de mouton. Découpés en lamelles minces, ils ont été, pendant quatre ou cinq jours, soumis à plusieurs macérations successives dans l'eau acidifiée d'un cinquième d'acide acétique, dans lequel sont solubles les phosphates physiologiques à l'exception de celui de fer. Cette opération avait pour but d'enlever les phosphates

---

([1]) *Les phosphates.* (Vol.) Citation honorable de l'Académie (décembre 1888).

pouvant exister à l'état de liberté dans les liquides baignant les tissus, ou dans le protoplasma de leurs cellules. Les liqueurs acétiques traitées par le réactif molybdique décèlent l'acide phosphorique.

» Les fragments de tissus ont été mis ensuite en macération pendant quatre ou cinq jours dans le réactif molybdique; toutes les parties des tissus ont pris la coloration jaune citron, qui caractérise le phosphomolybdate d'ammoniaque.

» Par ces divers traitements acides, les tissus organisés n'ont pas été détruits; ils ont conservé leur structure normale, parfaitement visible au microscope. La coloration jaune, sous forme d'un pointillé rapproché, semble former une sorte de feutrage.

» On remarquera encore que ni l'acide acétique, ni l'acide nitrique étendus ne sont parvenus à détruire l'union intime entre les phosphates et les molécules azotées organisées. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le renversement du courant respiratoire chez les Décapodes.* Note de M. **Georges Bohn** (¹), présentée par M. Edm. Perrier.

« Le renversement du courant d'eau dans la chambre branchiale, connu depuis longtemps chez les *Corystes*, et que j'ai signalé dernièrement (²) chez le *Carcinus Mœnas* Leach et un certain nombre d'autres Décapodes, semble un phénomène absolument général dans ce groupe de Crustacés. M. Garstang l'a décrit récemment chez le *Portumnus nasutus* Latreille, et je viens de le constater chez vingt et une autres espèces, prises dans les diverses familles (³). J'ai cru intéressant de noter dans les divers cas la fréquence et la durée des inversions; voici les principaux résultats que j'ai obtenus.

» La *fréquence* des inversions varie peu d'un type à l'autre : il y en a le plus souvent *deux* par minute; chez une même espèce le nombre paraît diminuer à mesure que la taille croît; c'est ainsi que, chez le *Carcinus Mœnas*, il y a *dix* inversions en moyenne chez la larve *Megalopa*, et au

(¹) Travail fait au Laboratoire maritime du Muséum, à Saint-Vaast-la-Hougue.

(²) *Comptes rendus*, 13 septembre 1897.

(³) Je me propose de revenir ultérieurement sur le mécanisme du renversement; je dirai simplement que le scaphognathite semble avoir le rôle principal, que chez certains types la carapace intervient; quant aux organes balayeurs (épipodites des Crabes, pattes postérieures des Galathées, etc.), j'ai constaté qu'ils n'y prennent aucune part.

cours de la croissance ce nombre diminue progressivement pour descendre à celui de *un*.

» La *durée* des inversions est souvent très courte, un centième de minute environ; mais chez un certain nombre d'espèces, comme le *Carcinus Mœnas*, elle peut être bien plus considérable. J'ai établi pour chaque espèce le nombre suivant, à savoir la durée de la circulation inverse dans l'espace de dix minutes comptée en centièmes de minute (¹), et voici le Tableau qui résume mes recherches.

Durée de la circulation inverse.	Macroures.	Anomoures.	Brachyoures.
1° Supérieure à 10......	Homard. Écrevisse.	Pagurus Bernhardus Fabr.	Cancer Pagurus Bell.
2° De 10 à 30	Crangon vulgaris Fabr.		Hyas araneus Leach. Maïa squinado Latr.
	Alpheus ruber Edw. Palémons. Hippolytes.	Galathea squammifera Leach. Gebia deltura Leach. Callianassa subterranea Leach.	Pilumnus hirtellus Leach.
3° Pouvant dépasser 30.			Stenorhynchus phalangium Edw. Portunus puber Leach.
Et même 100 (c'est-à-dire 1ᵐ sur 10.		Porcellana longicornis Edw. (60 à 200).	Portunus arcuatus Leach. (120 et plus). Carcinus Mœnas Leach. (60 à 200).
4° Pouvant dépasser 900.			Portumnus nasutus Latr. Corystes cassivelaunus Peat.

» M. le professeur Giard m'ayant signalé l'importance du phénomène du renversement pour la compréhension de l'éthologie des parasites, je suis conduit à établir le parallélisme curieux suivant.

» On sait que les Crustacés parasites branchiaux des Décapodes sont les *Entonisciens*, les *Cepon*, les *Bopyres proprement dits*, quelques *Copépodes*.

» Les *Entonisciens*, dont l'éthologie a été si admirablement mise en lumière par MM. Giard et Bonnier, ont été rencontrés fréquemment sur une Porcellane des côtes du Brésil, chez le *Carcinus Mœnas* et chez les *Portumnus latipes* Penn. enfoncés dans les bancs de sable de la plage de Wimereux; or le *Carcinus Mœnas* et la *Porcellana longicornis* (qui a aussi son Entoniscien) sont les seules espèces, espèces non parentes d'ailleurs, chez lesquelles j'ai trouvé pour la circulation inverse un nombre

(¹) Ce nombre, forcément approximatif, correspond à la sortie de carmin par la région de la fente latéro-postérieure de la carapace, fente inspiratrice, qui est la plus facile à observer, à savoir celle qui est située en avant de la première patte thoracique; j'ai pris le centième de minute qui correspond souvent à un battement du scaphognathite, qui alors peut me servir de métronome.

se rapprochant le plus de 500 (c'est-à-dire 5 minutes sur 10); le *Portumnus latipes* est voisin des *Portumnus nasutus* dont le renversement si accentué a été décrit par M. Garstang; parmi les Portunes, le *Portunus arcuatus* seul, semble-t-il, peut présenter des renversements d'assez longue durée; or celui-ci a des Entonisciens beaucoup plus fréquemment que les *P. Ruber* et *P. holsatus;* parmi les Oxyrhynques, seul un l'*Achœus,* genre voisin de *Stenorhynchus,* a été trouvé porteur d'un Entoniscien; chez le *Pilumnus hirtellus,* ces parasites sont également rares. Ainsi, à part ce dernier, tous les hôtes mentionnés (1) appartiennent à la troisième catégorie du Tableau.

» Les *Cepon,* comme me l'a fait remarquer M. Giard, ne se rencontrent pas chez le *Carcinus Mœnas,* à renversement prononcé, ainsi que chez le *Portumnus latipes* et la *Porcellana longicornis;* mais on les trouve chez le *Portunus arcuatus,* le *Pilumnus hirtellus,* qui appartiennent aux catégories 3 et 2 du Tableau; les Callianasses de cette dernière catégorie ont des *Ioniens* voisins des *Cepon.*

» Les *Bopyres* proprement dits affectionnent des espèces de la catégorie 2 : Palémons, Hippolytes, Galathées.

» Quant aux *Copépodes,* ils sont rares : on ne les a rencontrés que chez quelques Hippolytes et chez le Homard. A part ce dernier et quelques rares exceptions (2), les catégories extrêmes du Tableau ne renferment que des espèces dépourvues de parasites branchiaux.

» J'ai essayé de me rendre compte de ces faits, et il m'a semblé que le renversement mentionné a des inconvénients et des avantages pour le parasite.

» Un courant inverse peut toujours rejeter au dehors le parasite qui pénètre, comme d'ailleurs un corps étranger quelconque; seuls les Entonisciens peuvent pénétrer chez les espèces à renversement un peu prolongé; les *Cepon* et les Bopyres paraissent beaucoup plus susceptibles à cet égard.

» Mais un courant inverse, en même temps qu'il nettoie la chambre branchiale, y fait passer un courant d'eau beaucoup plus oxygénée, car il est plus rapide et l'eau n'a pas le temps de se charger (surtout sur les branchies postérieures bien développées) d'anhydride carbonique. C'est là un avantage pour le parasite; mais chez les Entonisciens, dont le mécanisme de la respiration a été découvert par M. Giard, l'avantage est plus apparent. Le parasite occupe au milieu des viscères de l'animal une loge qui est en communication avec la cavité branchiale de l'hôte par un orifice étroit; par suite des mouvements des appendices abdominaux du parasite,

---

(1) Je laisse de côté les *Xantho* et les *Grapsidés,* non encore étudiés par moi.

(2) Le *Pagurus Berhardus* a un *Palœgyge,* mais très rare, il est vrai.

l'eau est alternativement aspirée et refoulée. Or, dans la cavité branchiale de l'hôte, qui renverse de temps à autre la circulation de l'eau, il y a une semblable alternance : au courant inverse correspond une augmentation de pression de l'eau dans cette cavité qui pousse le liquide à pénétrer dans la loge du parasite; au courant direct correspond, au contraire, une diminution de pression qui favorise l'expiration du parasite. »

ZOOLOGIE. — *Sur la position systématique du genre* Ctenodrilus *Clap.; ses affinités avec les Cirratuliens*. Note de MM. **Félix Mesnil** et **Maurice Caullery**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Le genre *Ctenodrilus* a été étudié surtout par Kennel (¹) et par Zeppelin (²). Ces auteurs, et après eux la plupart des zoologistes, l'ont considéré comme une forme très primitive et l'ont rangé dans les Archiannélides. D'autres l'ont placé à la base des Oligochètes. Il a donc une grande importance morphologique. Or, les faits déjà connus et les documents nouveaux que nous avons recueillis sur l'embryogénie de *Dodecaceria concharum* Œrsted nous paraissent de nature à assigner à *Ctenodrilus* une position systématique plus précise et assez différente de celles précédemment proposées. Nous le considérons en effet comme un *Cirratulien, probablement simplifié par régression.*

» La simplicité de l'organisation de *Ctenodrilus* est marquée surtout par la constitution de son appareil sétigère (soies simples et peu nombreuses), par l'absence de tout appendice parapodial ou prostomial (sauf un tentacule impair chez *Ct. monostylos* Zepp.), par la structure du système nerveux (intra-épidermique et sans ganglions différenciés), par la musculature, etc. Kennel et Zeppelin ont invoqué aussi l'appareil excréteur, composé d'une seule paire de néphridies placées immédiatement en arrière de la région buccale. Ils l'homologuent au rein céphalique de *Polygordius* qui chez toutes les autres Annélides est transitoire, mais qui aurait persisté ici et constituerait un caractère hautement archaïque de l'animal.

» Toutefois l'anatomie de *Ctenodrilus*, avec un caractère de simplicité

(¹) Kennel, *Ueb. Ctenodrilus pardalis* Clap. (*Arb. zool.-zoot. Inst. Würzburg*, t. V; 1882).

(²) Zeppelin, *Ueb. den Bau und die Theilungsvorgänge des* C. monostylos *n. sp*, (*Zeitsch. für Wiss. Zool.*, t. XXXIX; 1883).

indiscutable, nous semble avoir des rapports très étroits avec celle des Cirratuliens, et surtout de *Dodecaceria concharum*. Les individus jeunes de cette dernière espèce ont un aspect tellement semblable aux *Ctenodrilus* qu'on les confond au premier abord avec eux. Comparons dans les deux cas les principaux appareils.

» *Prostomium*. — Sa forme est sensiblement la même dans les deux cas, et les organes buccaux sont en particulier très semblables.

» *Cirres tentaculaires*. — Les Cirratuliens du groupe des *Heterocirrus* et des *Dodecaceria* présentent, outre un nombre variable de branchies filiformes, disposées métamériquement et s'insérant dorsalement, une paire de cirres tentaculaires partant du premier segment métastomial et parcourus par un seul vaisseau sanguin. Ces cirres, ainsi que nous l'avons constaté dans le développement de *Dodecaceria*, apparaissent avant les branchies, mais relativement très tard (sur des individus de 14 à 20 sétigères); de plus ils n'apparaissent pas en général simultanément.

» Or le tentacule asymétrique de *Ct. monostylos* a exactement la même position, la même structure, la même vascularisation. Il n'apparaît aussi que très tard; enfin quelques individus en possèdent un second symétrique. On ne peut manquer d'homologuer cet organe et les cirres tentaculaires des Cirratuliens. Zeppelin avait déjà remarqué que, par sa position et sa naissance tardive, le tentacule de *Ct. monostylos* différait des palpes des Archiannélides (*Protodrilus*).

» *Appareil sétigère*. — Les Cirratuliens ne présentent typiquement qu'un petit nombre de soies simples à chaque rame. Nous montrerons ailleurs que celles de *Dodecaceria* et d'*Heterocirrus* se ramènent toutes à un type unique à limbe dentelé. Chez *Ct. pardalis* Clap., les soies sont simples et terminées par une partie élargie portant 5-8 dents. On retrouve des soies presque identiques chez les jeunes *Dodecaceria* d'un petit nombre de segments sétigères. Chez les Cirratuliens, les premiers segments (5-6 chez les *Dodecaceria*) ne portent que des soies longues et fines; les suivants offrent, en outre, des soies courtes, plus fortes. De même, chez *Ct. monostylos*, les 4-5 premiers segments sétigères n'ont que des soies capillaires. La disposition des armatures sétigères est donc la même dans les deux cas.

» Les parapodes proprement dits n'existent pour ainsi dire pas plus chez les Cirratuliens que chez *Ctenodrilus*.

» *Appareil digestif*. — On retrouve dans les deux cas une poche musculeuse en cul-de-sac, placée à l'entrée du tube digestif, ventralement par rapport à l'œsophage (ce pharynx existe également chez *Protodrilus* et de nombreuses Annélides).

» *Appareil vasculaire*. — Celui de *Ctenodrilus* (voir Kennel et Zeppelin) est beaucoup plus simple, mais bâti sur le même plan que celui des Cirratuliens. Le sang, dans les deux cas, est dépourvu de globules. Il est très important de constater, à l'intérieur du vaisseau dorsal de *Ctenodrilus*, un cordon cellulaire plein dans la position du corps cardiaque des *Dodecaceria*; il y a homologie évidente.

» *Appareil excréteur*. — *Ctenodrilus* n'a qu'une paire de néphridies, placées immédiatement en arrière du pharynx. Chez les Cirratuliens, on trouve une paire antérieure de grandes néphridies, qui seules jouent un rôle excréteur; puis, après un

certain nombre de segments qui en sont dépourvus, une paire de néphridies par anneau; ces dernières ne servent qu'à l'expulsion des produits génitaux. Par leur forme, leur position, leur structure, les néphridies antérieures sont incontestablement homologues de celles des *Ctenodrilus*. Nous considérons donc, *d'après les faits observés,* les néphridies de *Ctenodrilus* comme une simplification du système excréteur du type cirratulien; l'absence, dans les conditions ordinaires où l'on trouve *Ctenodrilus,* de reproduction sexuée a peut-être entraîné la perte des néphridies postérieures.

» L'homologation, faite par Kennel, des néphridies de *Ctenodrilus* avec celles de la larve trochophore de *Polygordius* nous paraît très discutable; elle ne peut être, en tout cas, qu'hypothétique, l'embryogénie de *Ctenodrilus* étant complètement inconnue. L'annélide primitive, suivant nous, avait une organisation bien plus compliquée que la Trochophore dans le sens métamérique. Nous lui attribuons, en tout cas, des néphridies régulièrement métamériques et homonomes (*cf. Dinophilus, Protodrilus,* larves de *Nereis,* etc). Nous sommes donc conduits *théoriquement* aussi à cette conception que le système excréteur de *Ctenodrilus* n'est pas primitif.

» Dans beaucoup de détails histologiques (pigment, globules de la cavité générale) on constate encore une grande ressemblance entre *Ctenodrilus* et les Cirratuliens.

» Toutes ces analogies nous font ranger *Ctenodrilus* dans la famille des Cirratuliens, et particulièrement au voisinage d'un des types les plus différenciés, de *Dodecaceria*. Ce doit donc être une forme simplifiée par régression, qui a, en tout cas, perdu, dans les conditions où on l'a trouvée, jusqu'ici, toute reproduction sexuée ([1]). Ainsi que l'a noté Zeppelin, *Ct. monostylos* est moins spécialisé que *Ct. pardalis*.

» Nous remarquerons enfin que les Cirratuliens, avec le genre *Ct. nodrilus*, possèdent à la fois des formes épitoques ([2]) et d'autres à reproduction scissipare : il y a là un parallélisme avec les Syllidiens; nous nous bornons ici à le constater. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la segmentation de l'œuf de la* Tethys fimbriata. Note de M. **Viguier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai observé la plupart des phases du développement de la *Tethys*, depuis le début de la segmentation de l'œuf, qui mesure environ $0^{mm},14$ de

([1]) Monticelli (*Mon. zool. Ital.*, t. III; 1892) a trouvé *Ct. pardalis* en abondance, parasite dans la cavité générale des Synaptes et des Holothuries. Cette particularité éthologique appuie également l'hypothèse d'une régression.

([2]) Mesnil et Caullery, *Comptes rendus*, 28 septembre 1896.

diamètre, jusqu'au stade véligère avancé, atteignant une taille de $0^{mm},30$.

» Dans les conditions normales, la ponte ne doit pas avoir lieu avant que les larves soient arrivées à cet état, où elles sont encore pourvues de leur coquille et de l'opercule. Mais il est vraisemblable qu'elle s'effectue avant toute transformation.

» La forme des pontes est très caractéristique; et les œufs d'un rose jaunâtre, très opaques et en nombre considérable, sont à peu près exactement au même degré de développement dans une même ponte.

» Les limites de la présente Note ne me permettent d'exposer que le début de la segmentation. Je compte entrer dans plus de détails, dans un travail qui sera publié prochainement et accompagné de dessins.

» Aussitôt après la sortie des globules polaires, l'œuf s'aplatit, devient réniforme. La région correspondant au hile, et qui se trouve immédiatement au-dessous des globules polaires, devient très claire, par suite de l'accumulation du vitellus formatif; et c'est là que s'effectue la première division nucléaire.

» Lorsque les deux noyaux qui en résultent reviennent à l'état de repos, ils sont encore extrêmement voisins l'un de l'autre et affleurent presque la surface.

» Les deux premiers blastomères sont d'ordinaire très sensiblement égaux. Cependant la seconde division, qui répète les phénomènes de la première, ne se produit pas simultanément dans les deux.

» Le stade à quatre blastomères, bien connu, présente la disposition ordinaire. Deux, situés un peu au-dessous des deux autres, se touchent sur une certaine étendue, et leur plan de séparation correspond à un plan transversal de l'animal futur. Les blastomères supérieurs, qui peuvent aussi arriver en contact, demeurent ordinairement un peu écartés l'un de l'autre, et c'est dans cet intervalle que se trouvent les globules polaires. La différence de niveau, parfois très faible, est ordinairement bien marquée. Les blastomères supérieurs sont frères des inférieurs situés à leur droite en regardant par le pôle animal.

» La première division équatoriale, ordinairement simultanée pour les quatre blastomères, segmente chacun de ceux-ci en un micromère et un macromère, le premier situé un peu à droite du second. Ces premiers micromères ont un diamètre un peu variable, mais qui n'atteint pas la moitié du diamètre des macromères.

» Ceux-ci ne tardent pas à émettre un deuxième verticille de micromères, beaucoup plus volumineux que les premiers, et qui se disposent à la gauche de ceux-ci.

» La division suivante porte sur les premiers micromères, et s'effectue de telle sorte que les nouvelles cellules se trouvent un peu au-dessous, et à droite, de celles dont elles proviennent et qui continuent à former la rosette centrale.

» Le stade à seize micromères doit provenir de la division des gros micromères de la deuxième émission, qui se diviseraient en deux cellules à peu près égales, dont l'une, que l'on peut considérer comme la nouvelle, est un peu au-dessus et à droite de l'autre.

» Cependant les macromères émettent, presque simultanément, une troisième géné-

ration de micromères, qui se disposent encore au-dessous et à droite de la cellule inférieure provenant de la division ci-dessus. La disposition spiralée est alors très nette.

» Mais il se produit bientôt une régularisation, par suite de laquelle les huit cellules provenant des micromères de deuxième émission arrivent presque au même niveau et dessinent une croix très régulière, dont chaque bras est formé par deux cellules sœurs. Les angles que laissent entre eux les bras de la croix sont occupés par les micromères de troisième émission, situés en dessous, et qui contribuent à former une calotte recouvrant complètement les macromères du côté animal; calotte dont le sommet (au pôle animal) est occupé par les cellules provenant de la première génération de micromères.

» Ces premiers micromères s'étaient divisés de très bonne heure, comme on l'a vu plus haut, et émettent alors une deuxième série de cellules un peu plus grosses que les premières, alternant avec celles-ci, et situées à gauche et en dessus.

» Le sommet animal est alors occupé par douze cellules disposées à peu près en carré.

» Du côté végétatif, on voit encore, entièrement à découvert, les quatre macromères très sensiblement égaux et d'apparence semblable.

» Mais alors chacun d'eux émet une petite cellule; et ces quatre se groupent au pôle végétatif. Dès ce moment, les macromères présentent une différence frappante. Tandis que trois d'entre eux sont demeurés sombres, le quatrième, qui est l'un des deux inférieurs, et que l'on doit considérer comme celui d'arrière, est devenu tout à fait clair. Son noyau grossit beaucoup; et le macromère lui-même s'accroît transversalement, tout en glissant au-dessous des autres.

» Alors que les autres macromères restent encore longtemps indivis, celui-ci ne tarde pas à se diviser en deux cellules égales, dans lesquelles il est facile de reconnaître les initiales mésodermiques, et dont le plan de séparation est le plan sagittal de l'animal futur. La symétrie bilatérale a donc remplacé la symétrie radiaire, jusqu'alors demeurée presque parfaite; et, du côté animal, nous voyons la rosette ectodermique centrale s'accroître aussi plus rapidement en arrière, tandis que se divisent à leur tour les grosses cellules périphériques. Il finit par se former ainsi une sterrogastrula épibolique, dont le blastopore laisse encore voir les extrémités des initiales mésodermiques. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'évolution des tubes criblés primaires.* Note de M. G. Chauveaud, présentée par M. Ph. van Tieghem.

« Quand la cellule qui doit évoluer en un tube criblé primaire prend naissance, sa membrane présente une minceur uniforme. Ensuite, plus ou moins rapidement, suivant le tube criblé considéré, elle s'épaissit et subit une modification particulière.

» Si l'on veut mettre en évidence cette modification, il faut traiter les

coupes par l'hypochlorite de soude, et, après lavage à l'eau acidulée par l'acide acétique, les colorer par le brun Bismarck. La matière colorante se fixe énergiquement sur la membrane ainsi modifiée, et le tube criblé se détache sur les coupes avec une netteté très grande.

» La durée de cette modification est généralement très courte, mais elle correspond exactement à la période de formation des cribles. Cette phase de l'évolution des tubes criblés primaires a donc une importance spéciale. J'ajoute que beaucoup de ces tubes criblés ne peuvent être sûrement reconnus comme tels en dehors de cette phase. C'est en raison de son importance que je propose de la distinguer sous le nom de *phase de différenciation maximum*.

» Prenons comme exemple l'un des premiers tubes criblés qui se forment dans la racine du Blé :

» Quand ce tube criblé naît, très près du sommet de la stèle, sa longueur égale sa largeur et sa membrane, uniformément mince, ne se distingue en rien de la membrane des cellules voisines. Très rapidement, ce tube s'allonge, ses parois latérales s'épaississent vers l'intérieur; mais, dans ce cas particulier, l'épaississement n'est pas uniforme, il se fait des ponctuations allongées transversalement qui lui donnent l'aspect d'un vaisseau rayé. En même temps, ses parois transversales s'épaississent et prennent une vingtaine de ponctuations arrondies, réparties uniformément sur leur surface. Ces ponctuations arrondies deviennent autant de pores qui bientôt traversent complètement les cloisons transversales, qu'elles transforment en cribles. A ce moment le tube criblé présente, au plus haut degré, les caractères de la *différenciation maximum*. Sa longueur, qui est de 50μ, égale cinq à six fois sa largeur, et il se trouve à 1^{mm} du sommet de la stèle. A partir de ce point, les cribles s'épaississent encore, mais les pores deviennent de moins en moins distincts; le tube s'allonge beaucoup en se rétrécissant d'une manière sensible; pendant cet étirement, ses parois latérales s'amincissent un peu et perdent leur ornementation. Quand le tube criblé se trouve éloigné du sommet de la stèle de 2^{mm}, ses parois ne se distinguent plus, par aucun caractère, des parois des cellules voisines.

» Cette phase de différenciation maximum a donc une durée très courte; il en est ainsi dans la plupart des cas. C'est sans doute pour cela qu'elle n'avait pas encore été signalée. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la gelée printanière de 1897 sur la végétation du Chêne et du Hêtre.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier [1].

« La gelée du 12 mai dernier, pendant laquelle le thermomètre est descendu à 8° au-dessous de zéro, et qui a été si préjudiciable pour les vignobles et les jardins, a causé aussi de sérieux dégâts dans les forêts. J'ai pu, à Fontainebleau, étudier l'influence que le froid a exercée sur la végétation du Chêne et du Hêtre, et faire un certain nombre d'observations que je me propose de rapporter dans cette Note. Ces observations présentent d'autant plus d'intérêt que les essences en question, surtout le Hêtre, gèlent rarement à cette époque.

» En particulier, le long de la ligne du chemin de fer de Lyon, dans la plaine de Bois-le-Roi, les arbres ont beaucoup souffert. Les gros Chênes ont eu toutes leurs parties inférieures gelées; les Hêtres âgés ont été moins atteints. Par contre, un grand nombre de petits Chênes, même dans les endroits très découverts, sont restés indemnes, alors que tous les jeunes pieds de Hêtre, isolés ou mélangés aux jeunes Chênes, ont été très éprouvés.

» Les pousses gelées ont été remplacées vers le mois de juin par des pousses nouvelles, presque toujours pour le Chêne, rarement pour le Hêtre. Il était intéressant de voir où et comment les rameaux de remplacement se sont développés et de les comparer anatomiquement aux rameaux normaux du printemps et aux pousses supplémentaires qui se produisent tous les ans en été (pousses d'août). La comparaison ne porte que sur des rameaux ayant achevé complètement leur développement de l'année.

» I. Morphologie externe. — *Chêne.* — Chez le Chêne, les pousses d'août sont la continuation directe de celles du printemps; elles peuvent en être aussi les ramifications et alors elles forment avec le rameau qui leur a donné naissance un angle moyen d'environ 70°. Quand la pousse de printemps a été complètement détruite par le froid, au-dessous de la base de cette pousse gelée l'un des bourgeons latéraux de la branche formée l'an dernier s'est développé, donnant ainsi une pousse de remplacement. Assez souvent j'ai pu remarquer que ce rameau nouveau se courbe dès sa naissance pour se

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

rapprocher de la partie gelée, ne faisant plus avec elle qu'un angle de 10° à 30°. Au dessous de cette pousse de remplacement terminale, le rameau de l'année précédente a donné aussi des pousses latérales qui ne se seraient sans doute jamais formées sans la gelée. Des faits analogues ont d'ailleurs été observés par les auteurs qui se sont occupés des remplacements produits à la suite de mutilations. Il est à remarquer en outre que les rameaux de remplacement n'ont jamais donné de pousses d'août.

» *Hêtre.* — Chez le Hêtre, en général, ce n'est pas seulement la pousse de printemps qui a été atteinte, mais aussi, sur une certaine longueur, le bois de l'année précédente; il en résulte qu'il n'a pu naître aucune pousse de remplacement à l'extrémité du rameau de 1896 attaqué par le froid. Ce sont alors des bourgeons formés sur la partie non gelée de ce rameau de 1896, qui se sont allongés en pousses feuillées. Dans d'autres cas, plus fréquents, ces bourgeons ne se sont pas développés, de sorte que les rameaux de 1896 sont restés sans feuilles pendant toute la durée de la végétation en 1897. J'ai cependant observé quelquefois des pousses de remplacement terminales, mais ces pousses sont toujours moins développées que chez le Chêne; leur longueur dépasse rarement $0^{m},10$ et peut même être très réduite, jusqu'à 1^{mm} seulement. Ces rameaux de remplacement se reconnaissent très facilement au premier abord en ce que, même à la fin de la végétation, ils sont encore couverts de poils. Les pousses d'août qu'on observe chez le Hêtre, dans le cas normal, n'existent jamais sur les branches atteintes par la gelée.

» II. Morphologie interne. — Si nous examinons la structure, nous trouverons des différences notables entre les pousses normales de printemps et d'août, d'une part, et celles de remplacement, d'autre part.

» *Chêne.* — La pousse de printemps, dans le chêne, présente des formations secondaires libéro-ligneuses très importantes. Le système de soutien y est représenté : 1° par un anneau de fibres péricycliques; 2° par des îlots de fibres dans le liber secondaire; 3° par les vaisseaux et les fibres ligneuses, ces dernières étant très nombreuses à la périphérie du bois. Le liège se forme immédiatement sous l'épiderme et est constitué en général par six ou sept assises de cellules.

» La structure de la pousse d'août se rapproche beaucoup de la précédente, surtout par le développement de son tissu mécanique et protecteur; toutefois, on voit rarement des îlots fibreux dans le liber secondaire, et les formations secondaires ligneuses sont moins épaisses.

» Quant à la pousse de remplacement, elle a une structure beaucoup moins différenciée que celle des deux pousses précédentes; toutes les fibres, celles du bois surtout, ont leurs parois moins épaisses; l'anneau péricyclique est un peu réduit et il n'existe pas d'îlots fibreux dans le liber secondaire; le bois secondaire est encore moins épais que dans la pousse d'août et ne présente qu'une très faible couche de fibres à sa périphérie. D'autre part, le liège n'est formé le plus souvent que de cinq assises au lieu de six ou sept.

» Les différences sont encore de même ordre, quoique moins accentuées, pour les pétioles des feuilles. Cependant le limbe présente des caractères intéressants à signaler. Les feuilles des pousses normales de printemps ou d'août ont une assise de cellules en

palissade dont l'épaisseur varie de la moitié aux deux tiers de celle du mésophylle, tandis que cette épaisseur n'est que du tiers seulement dans la pousse de remplacement.

» *Hêtre.* — Ici encore la pousse de printemps a des formations secondaires très développées et riches en fibres ligneuses; le péricycle a donné en face de chaque faisceau des îlots de fibres qui sont réunis entre eux, vis-à-vis des rayons médullaires, par des amas de cellules scléreuses. D'autres cellules scléreuses se rencontrent en assez grand nombre éparses dans l'écorce. Le liège comprend presque toujours six assises de cellules.

» La pousse d'août, bien que se développant plus tard que chez le Chêne, ressemble beaucoup à celle de printemps.

» Quant à la pousse de remplacement, elle présente, comme dans le Chêne, mais à un degré plus élevé encore, une réduction des éléments mécaniques. Les fibres ligneuses surtout ont leurs parois très peu épaisses; une différence semblable, mais moindre cependant, s'observe pour les fibres péricycliques. Quant aux cellules scléreuses situées à l'extrémité des rayons médullaires, entre les îlots fibreux péricycliques, elles font complètement défaut; il n'y a presque jamais de cellules scléreuses dans l'écorce. Le liège ne se compose que de quatre ou cinq assises de cellules.

» Si l'on examine les feuilles, on voit que, comme dans le Chêne, le tissu en palissade est très réduit dans les feuilles de la pousse de remplacement; il ne représente que le tiers ou le quart du mésophylle, alors que dans la pousse de printemps il en représente à peu près la moitié.

» En résumé, des observations qui précèdent on peut déduire les conclusions suivantes :

» 1° Les pousses de remplacement produites à la suite de la gelée printanière de cette année sont fréquentes chez le Chêne mais plus rares chez le Hêtre; en outre, elles ont, chez ce dernier surtout, un développement moins important que celui des pousses normales;

» 2° Elles présentent un état d'infériorité marqué des tissus de soutien et de protection; certains tissus, comme les fibres du liber secondaire et les cellules scléreuses de l'écorce, font complètement défaut;

» 3° Leurs feuilles ont un tissu en palissade moins différencié que dans les pousses normales. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les invasions de* black rot. Note de M. A. PRUNET, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que le *black rot* est une des plus redoutables maladies de la Vigne et qu'il est actuellement répandu dans la presque totalité du vignoble français. M. le Ministre de l'Agriculture ayant bien voulu me confier une

mission en vue de l'étude de ce dangereux fléau, j'ai résidé cette année dans un foyer d'une extrême intensité, l'Armagnac, et visité en outre, à plusieurs reprises, différentes régions viticoles plus ou moins contaminées. Il m'a été ainsi possible de compléter et de préciser diverses observations antérieures et de faire un certain nombre d'observations nouvelles.

» Les viticulteurs ont remarqué depuis longtemps que le black rot ne se développe pas d'une façon continue sur les divers organes de la Vigne. Les lésions caractéristiques de la maladie se montrent plus spécialement à certaines époques, leur apparition en grand nombre à un moment donné constituant ce que l'on appelle une *invasion*.

» La marche générale des invasions de black rot et leurs divers caractères n'ont pas encore été décrits d'une manière complète. Certains faits qui s'y rapportent ont été signalés sans précision ni exactitude.

» Dans les vignes d'expériences officielles établies à Nogaro chez M. Goulard, et à Sorbets, chez M[me] Lajoye, j'ai observé, cette année, sept invasions successives ayant commencé aux dates suivantes : 3 mai, 18 mai, 7 juin, 6 juillet, 25 juillet, 18 août, 9 septembre.

» *Invasion du* 3 *mai*. — Très faible : à peine quelques feuilles tachées.

» *Invasion du* 18 *mai*. — Forte : 3 à 5 feuilles tachées par sarment; 1 à 50 taches par feuille, en moyenne 9. Lésions généralement peu nombreuses sur les jeunes sarments, les vrilles, les pédoncules primaires et leurs ramifications.

» *Invasion du* 7 *juin*. — Très forte : 5 à 6 feuilles tachées par sarment normal; feuilles des repousses, en pleine végétation à cette époque, en grande partie tachées; 26 taches en moyenne par feuille; souvent, taches assez nombreuses pour devenir confluentes et dessécher plus ou moins complètement la feuille. Nombreuses lésions sur les sarments, les vrilles, les parties jeunes des rafles et principalement sur les pédicelles des fleurs.

» *Invasion du* 6 *juillet*. — Faible sur les sarments, les vrilles, à peu près nulle sur les rafles. Moins forte que la précédente sur les feuilles, surtout des repousses : 3 à 4 feuilles tachées par sarment normal et en moyenne 18 taches par feuille. Extrêmement intense sur les grains de raisin alors de la taille d'une forte graine de pois : jusqu'à 34 points d'attaque sur un grain de raisin; récolte perdue en totalité sur les souches non traitées servant de témoins. Par le nombre total des lésions, la plus forte invasion de l'année.

» *Invasion du* 25 *juillet*. — Beaucoup plus faible que la précédente sur l'appareil végétatif; aussi forte ou même plus forte sur le fruit dans les vignobles jusque-là bien défendus par les traitements.

» *Invasion du* 18 *août et du* 9 *septembre*. — Faibles sur l'appareil végétatif et sur le fruit.

» L'intensité de la maladie, caractérisée par le nombre relatif des lé-

sions observables à chaque invasion, s'est accrue rapidement de la première à la troisième et lentement de la troisième à la quatrième; elle a décru ensuite lentement de la quatrième à la cinquième, rapidement de la cinquième à la septième. Elle a présenté un maximum à l'époque de la première invasion du fruit. Le parasite a constamment multiplié ses spores de propagation jusqu'à ce que, les grains de raisin étant formés, il ait pu développer en grand nombre ses organes de conservation.

» Cette évolution est sans doute typique, l'été de 1897, constamment humide en Armagnac, ayant présenté des conditions toujours favorables au parasite. On conçoit d'ailleurs que des conditions défavorables survenant à un moment donné puissent en troubler la régularité ou même suspendre la marche de la maladie d'une façon plus ou moins complète et plus ou moins durable. C'est ainsi qu'on a vu, par exemple, de fortes invasions de la feuille n'être suivies que de faibles invasions du fruit. C'est sans doute parce que le mois de juillet est généralement sec que la deuxième invasion du fruit, très forte cette année, est d'ordinaire bénigne.

» Le développement du parasite du black rot étant, comme je le montrerai bientôt, étroitement lié à celui de son hôte, les époques des invasions se trouvent avancées ou reculées dans une même localité suivant que la végétation de la Vigne est précoce ou tardive.

» Les dates de début des invasions que j'ai observées cette année dans mes vignes d'expériences se sont retrouvées identiques dans certaines localités voisines; elles ont été un peu différentes dans d'autres. On conçoit que des variations plus considérables aient pu se produire dans des régions plus éloignées.

» Dans les vignes d'expériences officielles de divers départements du Sud-Ouest, les invasions qui ont précédé celles du fruit ont été moins nombreuses et moins fortes qu'en Armagnac. A Sainte-Radegonde (Gironde), il n'y a eu en mai, vers le 10, qu'une seule invasion, d'ailleurs intense. A Lavelanet (Haute-Garonne), une seule invasion aussi, vers le 20, mais d'intensité faible. Dans la vigne de Marcillac (Aveyron), la première invasion de la feuille a eu lieu le 9 juin. Enfin, dans celle de Cognac, les premières lésions se sont montrées seulement vers le 20 juillet, à la fois sur les feuilles et sur les fruits. Toutes choses étant égales, il y a une certaine relation entre l'intensité de la maladie et la précocité ou le nombre des invasions.

» Malgré toutes les variations dues au climat, aux circonstances atmosphériques, à l'intensité et à l'ancienneté des foyers, on peut dire que, d'une façon générale, une invasion, la plus sérieuse pour les feuilles et les organes axiles, a lieu à une époque plus ou moins voisine de la floraison, et

une autre, d'ordinaire la plus grave pour le fruit, de trois à cinq semaines plus tard, alors que les grains de raisin ont en moyenne la grosseur d'une forte graine de pois. Ces deux invasions, qui ont lieu en général, la première en juin et la deuxième en juillet, peuvent être précédées d'une à deux invasions d'intensité croissante, portant principalement sur la feuille, et suivies de deux à quatre invasions d'intensité décroissante intéressant à la fois le fruit et l'appareil végétatif.

» L'intervalle compris entre les deux invasions successives a varié cette année, comme on l'a vu, de deux à quatre semaines dans mes vignes d'expériences; il a atteint cinq semaines, de l'invasion de juin à celle de juillet, dans la vigne d'expériences de Marcillac.

» La durée d'une invasion est, en moyenne, de quatre à huit jours; toutefois, les circonstances atmosphériques, et, en particulier, la température, peuvent la modifier notablement.

» Dans les conditions ordinaires, la marche d'une invasion est très régulière : elle présente une phase d'intensité rapidement croissante, suivie d'une période d'intensité plus lentement décroissante. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 octobre 1897.

Notions générales sur l'écorce terrestre, par A. de Lapparent, Membre de l'Institut, Professeur à l'École libre des Hautes Études. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-18. (Hommage de l'auteur.)

Société nationale d'Agriculture de France. Séance publique annuelle du 30 juin 1897. Discours de M. de Lacaze-Duthiers. Président de la Société. *Compte rendu des travaux de la Société*, etc. Paris, Chamerot et Renouard, 1897; 1 vol. in-8°.

Revue de Mecanique. Président: M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. Tome I. Septembre 1897. Paris, P. Vicq-Dunod et Cie, 1897; 1 fasc. in-4°.

Tables d'azimuts pour tous les points situés entre les cercles polaires et les

astres dont la déclinaison est comprise entre 0° *et* 48°, par E. Decante, Lieutenant de vaisseau. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1889; 7 vol. in-8°.

Service géographique de l'Armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1896. Paris, 1 vol. in-8°,

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Octobre 1897. Paris, 1 fasc. in-8°.

La Nature, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur: Henri de Parville. 9 octobre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. Bulletin de la Société d'Astronomie. *Notions populaires d'Astronomie pratique.* Directeur : Joseph Vinot. Novembre 1897. Paris, E. Soudée; 1 fasc. in-4°.

Yearbook of the United States department of Agriculture, 1896. Washington, 1897; 1 vol. in-8°.

Fourteenth annual report of the state Geologist for the year 1894. Albany, James B. Lyon, 1895; 1 vol. in-8°.

Stellar dynamics, by Luigi d'Auria. Philadelphia, 1897; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 octobre 1897.)

Note de M. *Ad. Chatin,* Du nombre et de la symétrie des faisceaux libérovasculaires du pétiole, etc. :

Page 480, ligne 4, *au lieu de* Purchia, *lisez* Purshia.
Même page, ligne 17, *au lieu de* Isuardia, *lisez* Isnardia.
Même page, ligne 23, *au lieu de* Latyrhus, *lisez* Lathyrus.
Même page, dernière ligne, *au lieu de* roupe, *lisez* groupe.
Page 481, ligne 2, *au lieu de* Guerb, *lisez* G. urb.
Même page, ligne 19, *au lieu de* (*b*), *lisez* (²).
Même page, ligne 29, après Dolichos, *au lieu de* (¹), *lisez* (³); après Wisteria, *au lieu de* (¹), *lisez* (³).
Même page, note au bas de la page, *supprimez* (*b*) feuilles radicales.
Page 482, ligne 16, *au lieu de* Melaleum, *lisez* Melaleuca.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 OCTOBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison de la Séance publique annuelle des cinq Académies, qui doit avoir lieu le lundi 25 octobre, la séance ordinaire du lundi sera remise au lendemain mardi 26 octobre.

PHYSIQUE. — *Sur l'observation et l'interprétation cinématique des phénomènes découverts par M. le Dr* Zeeman. Note de M. A. Cornu.

« Les phénomènes découverts par M. le Dr Zeeman, relatifs à l'action d'un champ magnétique sur les radiations émises par diverses sources lumineuses, ont donné lieu à quelques confusions qui me paraissent résulter de

l'imperfection optique des modes d'observation. Les dispositifs suivants donnent une grande netteté à ces phénomènes et ne laissent aucun doute sur les conclusions définitives énoncées par l'auteur de la découverte (1).

» La source lumineuse est la flamme d'un chalumeau oxhydrique léchant un fragment d'amiante imbibé de chlorure de sodium fondu, ou bien l'étincelle d'induction jaillissant entre deux électrodes métalliques; elle est placée entre les deux pôles d'un électro-aimant produisant un champ magnétique intense.

» Une fente verticale placée près de la source lumineuse, ou dans le plan d'une image focale de cette source, dirige le faisceau sur un réseau concave Rowland de dix pieds de foyer, qui résout en raies brillantes le spectre de la source. Ce sont les raies spontanément renversables qui paraissent surtout déceler le phénomène.

PREMIER DISPOSITIF.

» L'observation de l'une de ces raies se fait dans le plan focal d'un oculaire où l'on fixe une aiguille d'acier normalement aux raies spectrales. En arrière de l'oculaire est placé un prisme biréfringent de Wollaston (2) qui dédouble l'image de l'aiguille : le diamètre de cette aiguille, d'ailleurs légèrement conique, est choisi de manière que les deux images aient un bord commun. On obtient ainsi deux plages contiguës polarisées, l'une parallèlement, l'autre perpendiculairement aux raies spectrales.

» 1° *Le faisceau est observé normalement aux lignes de force magnétiques.*

» Les deux pôles de l'électro-aimant (bobines de Faraday, modèle ordinaire de Ruhmkorff), terminés par deux cônes arrondis, peuvent être rapprochés à 8^{mm} ou 10^{mm}, et l'on observe dans un plan perpendiculaire à la droite horizontale qui les joint.

» On règle le prisme biréfringent de manière que les raies spectrales n'éprouvent aucune discontinuité sur la ligne de séparation des deux plages lorsque le champ magnétique est nul.

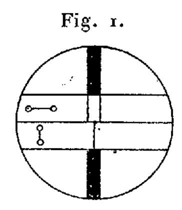
---

(1) Dr P. Zeeman, *Doublets and triplets in the spectrum produced by External Magnetic Forces* (*Philos. Magazine*, for july 1897, p. 55, for september 1897, p. 255.

(2) Un rhomboïde de spath pourrait à la rigueur remplacer le prisme de Wollaston; mais il y aurait quelques précautions à prendre pour éviter l'effet de *parallaxe* provenant de l'inégalité de distance des plans de vision des deux images.

» Dès qu'on excite l'électro-aimant on voit la raie s'élargir : mais dans les deux plages polarisées l'aspect de la raie est modifié.

Fig. 1.



» Dans la plage polarisée parallèlement aux lignes de force (ligne des pôles) la raie est dédoublée, c'est-à-dire présente une ligne sombre en son milieu ; dans l'autre elle est, au contraire, amincie et se trouve exactement sur le prolongement de la ligne sombre précitée ([1]).

» L'inversion du pôle magnétique ne change en rien l'aspect du phénomène.

» On en conclut que chaque raie simple primitive, non polarisée, est transformée en un triplet dont les composantes extérieures sont complètement polarisées parallèlement aux lignes de force et dont la composante intérieure est complètement polarisée dans un plan perpendiculaire. Le champ magnétique produit donc deux altérations de la période primitive, respectivement égales et de signe contraire, pour constituer les deux vibrations normales aux lignes de force sans modifier celle de la vibration parallèle à ces lignes.

» 2° *Le faisceau est observé parallèlement aux lignes de force.*

» L'une des armatures polaires est percée, suivant la ligne des pôles, pour livrer passage à la lumière suivant la direction des lignes de force.

» Pour faire l'observation on introduit, entre l'oculaire et le prisme biréfringent, une lame de mica quart-d'onde dont les sections principales sont à 45° de celles du prisme. Dès que le champ magnétique est excité, on voit sur les deux plages la raie s'amincir et se briser sur la ligne de séparation (*fig.* 2).

» Si l'on tourne la lame quart-d'onde d'un angle droit, la brisure se fait en sens inverse (*fig.* 3).

([1]) Lorsqu'on opère avec la lumière de la soude chaque raie D_1, D_2 peut être plus ou moins *renversée*, c'est-à-dire plus ou moins dédoublée : il en résulte une complication apparente, mais qui ne change pas le caractère essentiel du phénomène.

» L'inversion des pôles intervertit le sens de la brisure. On reconnaît en outre que le milieu des deux raies ainsi produites occupe sensiblement la position de la raie primitive : les deux altérations de la période sont donc égales et de signe contraire.

Fig. 2.

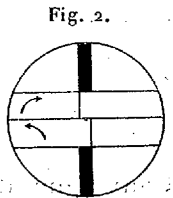
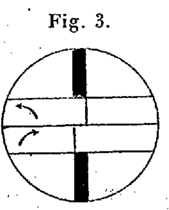


Fig. 3.



» On rend le phénomène encore plus visible en fixant côte à côte, sur une même glace, deux lames quart-d'onde à sections homologues rectangulaires; un petit mouvement alternatif de translation imprimé à ces lames donne alternativement les deux apparences précitées. Un rythme convenable accroît encore la sensibilité de la méthode; car, lorsque l'œil fixe la raie de l'une des plages, le déplacement relatif de la raie correspondante de l'autre plage se trouve *physiologiquement* doublé.

» Ces apparences prouvent que l'action du champ magnétique dédouble chaque radiation en deux faisceaux polarisés circulairement de sens inverse, le renversement des pôles renversant le sens de la rotation des vibrations circulaires.

» En déterminant le sens de la rotation de chacun de ces faisceaux (¹) on parvient à résumer l'ensemble des résultats dans l'énoncé très simple que nous donnons plus loin.

SECOND DISPOSITIF.

» Au lieu d'un long prisme biréfringent de Wollaston (nécessaire pour obtenir deux plages suffisamment larges) on peut utiliser un simple prisme de Nicol : le double champ s'obtient alors avec des lames de mica convenablement choisies et orientées.

(¹) Cette détermination correcte n'est pas aussi facile qu'on pourrait le supposer : on risque de commettre des erreurs dont M. le Dr Zeeman lui-même a connu le danger (*loc. cit.*, p. 58). Dans une publication technique (l'*Éclairage électrique*) je me propose d'indiquer diverses méthodes optiques qui permettent d'effectuer pratiquement et de vérifier ce genre de détermination.

» 1° *Faisceau observé normalement aux lignes de force.*

» Dans le plan de l'oculaire on place deux lames *demi-onde* réglées sur la réfrangibilité de la raie brillante employée ([1]).

» La lame supérieure a ses sections principales parallèles ou perpendiculaires à la direction des raies spectrales, la lame inférieure à ± 45° de ces raies. Si la section principale du prisme de Nicol est parallèle ou perpendiculaire à cette direction on obtient la même apparence (*fig.* 1) qu'avec le premier dispositif parce que la seconde lame demi-onde fait tourner d'un angle droit les plans de polarisation des faisceaux qu'elle transmet.

» 2° *Faisceau observé parallèlement aux lignes de force.*

» Dans le plan focal de l'oculaire on place deux lames *quart-d'onde :* la lame supérieure a ses sections principales à + 45°, l'inférieure à — 45° de la direction des raies; le prisme de Nicol étant réglé comme précédemment, on obtient la même apparence (*fig.* 2) qu'avec le premier dispositif.

» Si l'on veut produire le balancement rythmé on dispose un second système en ordre inverse qu'on fixe à côté du premier dans l'ordre figuré comme il suit :

+ 45°	— 45°
— 45°	+ 45°

» La translation alternative de ce système à droite et à gauche produit l'inversion et la duplication apparente si favorable à l'observation du phénomène.

INTERPRÉTATION CINÉMATIQUE DES PHÉNOMÈNES.

» L'ensemble des phénomènes peut se résumer en un énoncé conforme aux règles de Fresnel et d'Ampère.

» Voici d'abord les règles auxquelles il est fait allusion :

» 1° Un faisceau de lumière ordinaire est la superposition de deux faisceaux indépendants égaux en intensité et polarisés à angle droit (Fresnel);

» 2° Un faisceau polarisé rectilignement est la superposition de deux faisceaux égaux en intensité et polarisés circulairement en sens inverses (Fresnel);

---

(1) Le réglage correct de la biréfringence des lames de mica exige aussi des soins particuliers qui seront l'objet de quelques développements dans l'Appendice annoncé.

» 3° Une ligne de force magnétique équivaut à l'axe d'un solénoïde dont le pôle austral est à la gauche du courant (AMPÈRE).

» *L'action du champ magnétique sur l'émission d'une radiation tend à décomposer les composantes rectilignes vibratoires susceptibles de se propager par ondes suivant des vibrations circulaires parallèles aux courants du solénoïde.*

» *Les vibrations qui tournent dans le sens du courant du solénoïde sont accélérées, celles qui tournent en sens inverse sont retardées.*

» On reconnaît immédiatement le doublet observé dans le sens des lignes de force.

» Dans le sens perpendiculaire à ces lignes, cet énoncé montre que la composante parallèle aux lignes de force (onde polarisée perpendiculairement à cette direction) est inaltérée : c'est la raie médiane du triplet; les deux raies extérieures polarisées à angle droit de celle-ci sont plus difficiles à reconnaître. Cependant on aperçoit géométriquement leur existence : en effet, c'est ce qui subsiste des deux vibrations circulaires, l'une accélérée, l'autre retardée, en lesquelles le champ magnétique dédoublait la composante normale aux lignes de force : il y a extinction ou compensation mutuelle des deux composantes longitudinales qui ne peuvent pas se propager (les deux ondes polarisées rectilignement sont produites par les vibrations circulaires de sens inverses, vues de *tranche*).

» Cette interprétation purement cinématique, quoique un peu superficielle, montre que le phénomène découvert par M. le Dr Zeeman peut être expliqué par des considérations tout à fait indépendantes des idées électrochimiques de M. le professeur Lorentz, qui en sont l'origine, et se rapproche beaucoup des théories tourbillonnaires récemment remises en honneur.

» Elle montre en outre la différence essentielle qui existe entre ce phénomène et celui du pouvoir rotatoire magnétique découvert par Faraday.

» L'action du champ magnétique sur les sources où les ondes sont pour ainsi dire à l'*état naissant* s'exerce sur la *période vibratoire*, tandis que, dans l'expérience de Faraday, elle s'exerce sur la *vitesse de propagation* d'ondes lumineuses ayant déjà acquis leur régime permanent.

» Je me suis assuré, avec les mêmes dispositifs, que la rotation magnétique du plan de polarisation n'est accompagnée d'aucune variation sensible de la période vibratoire de la lumière monochromatique employée, tandis que j'ai démontré autrefois [1] que la vitesse de propagation des

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1365. Les phénomènes découverts par M. le Dr

deux ondes circulaires est modifiée : l'une est accélérée, l'autre est retardée de quantités sensiblement égales dans le sens correspondant à la règle d'Ampère. »

M. Albert Gaudry rend compte en ces termes du Congrès géologique international de Saint-Pétersbourg :

« M. Marcel Bertrand et moi, nous pensons que l'Académie recevra avec intérêt des nouvelles du Congrès géologique international de Saint-Pétersbourg, auquel nous venons de prendre part. Ce Congrès a eu un éclat extraordinaire. La Géologie est très considérée en Russie : les mines de l'Oural, les houilles de Donetz, les pétroles du Caucase, les applications de la Géologie à l'Agriculture, sont de la plus haute importance pour la richesse nationale; au point de vue scientifique, l'œuvre des géologues russes est un honneur pour le pays; aussi la Russie entière s'est-elle unie pour faire fête aux géologues étrangers.

» La séance d'ouverture a été présidée par le grand-duc Constantin. Les séances ont eu lieu dans le Musée zoologique de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, du 29 août au 5 septembre, sous la présidence de M. Karpinsky, directeur du Comité géologique de Russie. Elles ont été marquées par un effort intéressant pour préparer un accord nouveau sur les questions de nomenclature.

» Des excursions nombreuses ont précédé et suivi le Congrès; le programme en était si vaste qu'il eût été difficilement réalisable dans un autre pays. Mais en Russie l'administration centrale, celle des chemins de fer, les gouvernements des provinces, les municipalités, les universités, les industriels ont partout donné leur appui pour faciliter notre voyage; tous, partout, de l'Esthonie à l'Oural, de la Finlande au Caucase et à la Crimée, nous ont offert une splendide hospitalité. Ils nous ont permis, dans des conditions inoubliables, de voir par nous-mêmes et de contrôler les travaux de nos confrères. Un livret-guide, préparé spécialement pour le Congrès et donnant avec détail la description géologique des régions parcourues, avait déjà été pour plusieurs d'entre nous une véritable révélation; il a rendu nos observations plus faciles et plus fructueuses, et l'impression

---

Zeeman permettent d'étendre aux variations des périodes la loi conjecturale énoncée (*loc. cit.*, p. 1370) pour les variations des vitesses des deux ondes circulaires provenant du dédoublement d'une onde à vibration rectiligne.

d'ensemble que nous avons rapportée est une vive admiration pour l'œuvre des géologues russes.

» Sous la conduite de M. Schmidt nous avons visité les terrains siluriens d'Esthonie, qui sont devenus, grâce à lui, un type classique, presque au même titre que ceux de la Bohême; M. Sederholm a montré la Finlande, avec ses formations cristallines si variées et ses curieux dépôts glaciaires; M. Nikitin et M. Pavlow, les environs de Moscou et les bords de la Volga, avec leurs belles coupes si bien étudiées du Jurassique et du Carbonifère; M. Sokolow, le bassin tertiaire du Dnieper, et M. Tschernyschew, le bassin houiller du Donetz. Enfin les deux grands organisateurs du Congrès, ceux qui par leur autorité, leur dévouement et leur infatigable activité, l'ont rendu possible et l'ont mené à bonne fin, MM. Karpinsky et Tschernyschew, nous ont servi de guides dans l'Oural central; nous avons vu ses riches faunes paléozoïques, ses beaux gisements de minéraux et de minerais, ses terrains métamorphiques encore discutés, et sa structure si remarquablement semblable à celle des Apallaches en Amérique. Avec ses forêts interminables, ses marécages, ses grands espaces inhabités, cette région semble offrir des difficultés insurmontables à une étude géologique détaillée. C'est une merveilleuse chose que ces difficultés aient été surmontées; l'Oural est maintenant, avec le Donetz, le pays d'Europe où, grâce surtout aux travaux de M. Tschernyschew, la succession des dernières faunes paléozoïques est le mieux connue, et c'est là qu'il nous faudra aller chercher les modèles d'une revision devenue nécessaire pour une partie de nos faunes occidentales.

» Après le Congrès, les excursions du Dnieper, du Donetz et de la Volga, ont convergé vers le Caucase; on l'a traversé sous la direction de M. Lœwinson Lessing; on a visité les mines de pétrole de Bakou, puis quelques-uns ont poussé jusqu'à l'Ararat, pendant que les autres revenaient par la Crimée. Nos confrères russes, dans cette dernière partie du voyage, n'avaient pas hésité à nous montrer, après les régions dont l'étude est à peu près terminée, celles dont l'étude est seulement amorcée et où il reste beaucoup à faire; ce qui a déjà été obtenu est un sûr garant des futurs progrès. Je citerai seulement les travaux de M. Simonowitch, de MM. de Vogdt et Lagorio, qui ont permis de voir en peu de temps bien des faits intéressants, et surtout ceux de M. Androussow, qui, après nous avoir montré la péninsule de Kertsch, avec ses volcans de boue et ses riches terrains tertiaires, nous a brillamment expliqué, avec sondages à l'appui, l'histoire récente de la mer Noire.

» Quelles que soient les parties que nous ayons suivies dans le programme si étendu et si varié de ces excursions, nous revenons tous en emportant la conviction que, au point de vue scientifique comme au point de vue matériel, la Russie prend un immense essor.

» Les géologues français ont fait au Congrès de Saint-Pétersbourg la proposition que la prochaine session du Congrès géologique international se tienne à Paris, en 1900, lors de l'Exposition universelle. Notre proposition a été chaleureusement accueillie et acceptée à l'unanimité. C'est là pour nous une faveur, dont nous devons être reconnaissants. Mais, après ce que nous venons de voir, nous ne pouvons nous dissimuler que nous aurons beaucoup de peine à égaler ce qui a été fait au Congrès de Saint-Pétersbourg; il faudra que nous soyons aidés par ceux qui s'intéressent à l'honneur de la Science française. »

M. A. **Laveran** fait hommage à l'Académie d'un « Traité du paludisme » qu'il vient de publier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Archambault** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « De la relation entre les formes du littoral maritime et le régime des courants océaniques ».

(Commissaires : MM. A. Gaudry, Bouquet de la Grye, Hatt.)

M. **Marcellin Langlois** adresse, par l'entremise de M. Cornu, une nouvelle démonstration de la loi fondamentale qui figure dans son Mémoire sur la tension superficielle.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux et les congruences.* Note de M. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« Une congruence sera dite *parallèle* à un réseau [1] si la droite de la congruence est normale au plan du réseau; on suppose que les développables de la congruence correspondent aux courbes du réseau. Cela posé, on a les théorèmes suivants :

» I. *Si un réseau et une congruence sont parallèles, toute congruence conjuguée au réseau est parallèle à un réseau conjugué à la congruence, et inversement.*

» II. *Si un réseau et une congruence sont parallèles, toute congruence harmonique au réseau est parallèle à un réseau harmonique à la congruence, et inversement.*

» III. *Toute congruence parallèle à un réseau p.O est pO, et inversement.*

» IV. *Toute congruence parallèle à un réseau p.C est pC, et inversement.*

» Ces théorèmes montrent qu'à toute propriété des réseaux on peut faire correspondre une propriété des congruences, et inversement. Il suffit donc de signaler les propriétés des réseaux :

RÉSEAUX O.

» *Congruences harmoniques.* — Congruences C.

» *Congruences conjuguées.* — Une congruence O; toutes les autres, 2O.

RÉSEAUX 2O.

» *Congruences harmoniques.* — Une série parallèle de congruences C, les autres sont 2C.

» *Congruences conjuguées.* — 1° Deux congruences O; le plan de ces deux congruences est normal au réseau.

» 2° Un système ∞^1 de congruences 2O; elles sont situées dans le plan des deux congruences O.

» 3° Toutes les autres sont des congruences 3O.

---

(1) Voir la Communication insérée dans le *Compte rendu* précédent, p. 519.

RÉSEAUX 3O.

» *Congruences harmoniques.* — 1° Deux séries parallèles de congruences C.

» 2° ∞^1 séries de congruences 2C.

» 3° Toutes les autres sont 3C.

» *Congruences conjuguées.* — 1° ∞^1 systèmes de congruences 2O; ces droites forment un cône du deuxième degré; les sections circulaires de ce cône ont pour axes les deux congruences C. Tous les cercles de ce cône sont normaux à une série de surfaces.

» 2° ∞^2 systèmes de congruences 3O.

» 3° Toutes les autres sont 4O.

RÉSEAUX C.

» *Congruences harmoniques.* — 1° ∞^1 congruences O qui correspondent à l'intersection du réseau applicable avec un plan isotrope.

» 2° ∞^2 séries de congruences 2O qui correspondent à l'intersection du réseau applicable avec un plan fixe.

» 3° Les autres sont 3O.

» Les résultats qui précèdent sont le résumé de la première Partie d'un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de l'École Normale*. Ils subissent des modifications dans les cas particuliers : par exemple, si un réseau est à la fois p.O et qO. L'étude de ces modifications et la détermination de ces éléments fera l'objet de la deuxième Partie du Mémoire annoncé. On voit que les problèmes à résoudre se ramènent aux types suivants :

» 1° *Trouver les réseaux qui sont* p.C *et* q.O. J'appelle ce problème le *problème de Bonnet*, parce que M. Bonnet a trouvé les réseaux O et C.

» 2° *Trouver les réseaux qui sont* p.O *et* q.O.

» 3° *Trouver les réseaux qui sont* p.C *et* q.C.

» Ces deux derniers problèmes se ramènent l'un à l'autre; je donne à cette question le nom de *problème de Ribaucour*, parce que Ribaucour a signalé des propriétés des congruences qui sont C et C (cycliques de deux manières). »

MÉCANIQUE. — *Recherches sur les moteurs à alcool.* Note de M. MAX. RINGELMANN, présentée par M. Sarrau.

« La crise que traverse depuis quelques années la distillerie portant le plus grand préjudice à l'agriculture de certaines régions, plusieurs sociétés et syndicats agricoles ont cherché à développer les emplois industriels de l'alcool, tout en demandant une nouvelle réglementation concernant les taxes et la dénaturation de ce produit.

» On s'est préoccupé non seulement du chauffage et de l'éclairage par l'alcool, mais encore de son emploi à la production de la force motrice, sans cependant préciser les différentes conditions d'utilisation de ce combustible en nous montrant des moteurs spéciaux.

» La présente Note résume les recherches que j'ai pu effectuer à la Station d'essais de machines sur les moteurs à alcool ([1]).

» Les essais comparatifs ont porté sur de l'alcool dénaturé et sur de l'essence minérale. Voici les résultats des analyses des combustibles employés, que M. Achille Müntz a bien voulu nous faire :

	Essence minérale.	Alcool dénaturé.
Carbone	84,3	41,5
Hydrogène	15,7	13,0
Oxygène	0	45,5
Densité à 15°	708	834
Point d'ébullition ([2])	88°	78°,5

» Les calculs relatifs à ces combustibles sont indiqués dans le Tableau suivant :

	Essence minérale.	Alcool dénaturé.
Calories dégagées par kilog	11359,65	6521,75
Rapports des puissances calorifiques	100	57,41
	174,1	100
Air nécessaire pour la combustion de 1kg (mèt. cubes)	11,782	5,698
Consommations relatives de combustible par cylindrée (en poids)	100	206,77
Puissances calorifiques correspondantes	100	118,7

([1]) Un crédit spécial avait été mis à ma disposition par la Société d'Agriculture de l'arrondissement de Meaux.

([2]) Pression barométrique : 767,5.

» Les résultats de l'évaporation par heure et par décimètre carré de surface de combustible exposée à l'air dans diverses conditions sont résumés dans le Tableau ci-dessous :

	Température de l'air.					
	18° dans le hall d'essais.		21°,5 au dehors, à l'ombre.		25° au dehors, au soleil.	
Essence minérale.						
Température du liquide.....	15°,2	»	11°,7	»	24°,2	»
Poids évaporé (grammes)...	»	9,37	»	35,06	»	47,21
Alcool dénaturé.						
Température du liquide.....	15°,6	»	11°,3	»	19°,5	»
Poids évaporé (grammes)...	»	3,47	»	16,66	»	27,08

» Les essais pratiques ont été effectués sur des moteurs à essence minérale. Le premier type que j'ai adopté est un moteur horizontal de 2 à 3 chevaux, du cycle à quatre temps, à allumage électrique et à soupapes automatiques, construit par M. Brouhot.

» Les résultats de ces premiers essais ont été vérifiés sur un moteur Benz, vertical, de 3 à 4 chevaux, à allumage par incandescence.

» Le premier moteur ne peut partir seul avec l'alcool, ce combustible émettant trop peu de vapeurs à la température de 15° à 20°. J'ai tourné la difficulté en faisant fonctionner pendant cinq minutes environ le moteur avec l'essence minérale et, lorsque la température moyenne des gaz de la décharge atteignait 70° environ, on commençait l'alimentation à l'alcool, en ayant soin de modifier de suite la composition du mélange tonnant (pour le même volume engendré par le piston, il faut 2,06 fois plus d'alcool que d'essence, afin d'obtenir un mélange tonnant à combustion complète).

» Pour faire fonctionner le second moteur avec l'alcool, j'ai établi un carburateur posé sur un fourneau à gaz qui permettait de maintenir le combustible à une température de 42° à 47°, reconnue, par tâtonnements, la plus favorable au fonctionnement de la machine (ce carburateur présente de grands dangers d'incendie).

» Les résultats généraux des essais sont consignés dans le Tableau ci-

après (les chiffres se rapportent à des essais de longue durée, alors que les moteurs étaient en régime de température) :

	Consommation par heure. Essence minérale.	Consommation par heure. Alcool dénaturé.	Rapport des consommations. Essence minérale.	Rapport des consommations. Alcool dénaturé.
Moteur horizontal.				
A vide	kg 1,040	kg 2,267	1	2,05
Par cheval, à demi-charge	0,950	1,767	1	1,86
Par cheval, en charge	0,892	1,396	1	1,56
Moteur vertical.				
A vide	0,328	0,771	1	2,35
Par cheval, à demi-charge	0,619	1,097	1	1,66
Par cheval, en charge	0,407	0,763	1	1,87
Moyennes			1	1,89

» Pour obtenir le même travail industriel on consomme ainsi de 1,5 à 2,3 plus d'alcool dénaturé que d'essence minérale. Les prix de revient de la dépense de combustible (aux cours actuels) s'établissent ainsi :

	Essence minérale.	Alcool dénaturé.	Pétrole lampant de 823 (chiffres du premier prix du Concours international de Meaux en 1894).
Consommation par heure et par cheval, en poids (kilog.)	0,400	0,756	0,438
Consommation par heure et par cheval, en volume (litre)	0,565	0,906	0,532
Rapport des consommations (en volumes)	105,28	169,2	100
Prix du litre (hors Paris)	$0^{fr},50$	1^{fr}	$0^{fr},30$
Prix du cheval-heure	$0^{fr},28$	$0^{fr},90$	$0^{fr},16$

» Dans ces conditions, les rapports de combustible, pour obtenir la même puissance, sont :

	fr
Moteur à pétrole lampant	1,00
Moteur à essence minérale	1,75
Moteur à alcool dénaturé	5,625

» Avec les résultats ci-dessus l'alcool dénaturé devrait donc être vendu à raison de $17^{fr},70$ l'hectolitre pour être équivalent, au point de vue économique, au pétrole lampant valant 30^{fr} l'hectolitre.

» Il est désormais acquis qu'il ne faut pas songer à l'utilisation écono-

mique de l'alcool pour les moteurs, surtout si l'on tient compte des dangers d'incendie qu'entraîne la manipulation d'un liquide aussi inflammable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la forme des lignes de force électrique dans le voisinage d'un résonateur de Hertz.* Note de M. **Gutton**, présentée par M. Poincaré.

« Je me suis proposé de déterminer expérimentalement la forme des lignes de force électrique dans un champ hertzien. Pour cela, j'ai employé un appareil analogue au *récepteur* utilisé par M. J.-C. Bose (¹) pour déceler la présence d'ondes électriques, appareil basé sur le phénomène découvert par M. Branly. Dans le fond d'une rainure étroite de 3^{cm} de long, formée de bandes de verre, j'ai placé alternativement des ressorts à boudin en laiton oxydé et de petites olives également en laiton touchant la partie convexe des ressorts. Une vis permet de serrer le tout entre deux morceaux de cuivre. Les contacts entre les olives et les ressorts sont plus réguliers qu'entre les ressorts de l'appareil de Bose. Le récepteur, qui n'est pas conducteur, le devient lorsqu'on le place dans un champ hertzien; quelques secousses le ramènent à son état primitif.

» Pour étudier sa conductibilité, on l'intercale dans un circuit comprenant un électromètre capillaire et une force électromotrice de $\frac{1}{10}$ de volt. Pour éviter les actions inductrices sur les fils menant à l'électromètre, il faut détacher ces fils et les éloigner, de façon à faire agir les ondes sur le récepteur seul.

» Ayant placé le récepteur entre deux plaques métalliques parallèles et en regard, attachées aux extrémités de deux fils transmettant des ondes, j'ai constaté qu'il ne devient pas conducteur toutes les fois que la file de ressorts est parallèle aux plans des plaques. Il en résulte qu'il n'y a pas d'action sensible sur le récepteur quand celui-ci est normal à la force électrique. De là un moyen de trouver la direction de cette force en un point d'un champ hertzien : je cherche deux directions suivant lesquelles le récepteur ne devient pas conducteur; la normale au plan ainsi déterminé est la direction de la force électrique.

» Par cette méthode j'ai d'abord vérifié que la force électrique est normale à un fil de cuivre transmettant des ondes.

(¹) J.-C. Bose, *Phil. Mag.*, t. XLIII, p. 55; janvier 1897.

» J'ai ensuite exploré le champ dans le plan d'un résonateur. Un résonateur carré de 50cm de côté était placé entre deux fils transmettant des ondes et dans le plan de ces fils. La coupure était au milieu de la branche transversale située du côté de l'excitateur. En tout point du plan du résonateur, la force électrique est, par raison de symétrie, dans ce plan; il suffit donc de chercher, dans ce plan, la direction suivant laquelle le récepteur ne devient pas conducteur; la direction normale sera celle de la force électrique. D'après la théorie de Poynting, le récepteur lui-même sera précisément orienté suivant la direction de propagation de l'énergie.

» J'ai trouvé ainsi que :

» 1° Loin du résonateur, les lignes d'énergie sont parallèles aux fils de transmission.

» 2° Au voisinage du résonateur, des lignes d'énergie se recourbent de façon à converger vers la coupure. Les trajectoires orthogonales, qui sont les lignes de force électrique, forment des arcs dont les extrémités sont sur le résonateur de part et d'autre de la coupure. Les lignes d'énergie qui sont proches des fils de transmission continuent à suivre ces fils et vont pénétrer dans l'espace compris entre eux et les côtés parallèles du résonateur.

» 3° A l'intérieur du carré formé par le résonateur des lignes d'énergie divergent à partir de la coupure, mais la force électrique est moins intense qu'à l'extérieur, car il est nécessaire, pour explorer l'intérieur du résonateur, d'augmenter la sensibilité du récepteur.

» Une partie des lignes d'énergie qui convergeaient à la coupure y a donc été arrêtée.

» On pouvait d'ailleurs prévoir que la convergence des lignes d'énergie à la coupure devait être une condition nécessaire pour qu'un résonateur fonctionne. A l'étincelle a lieu, en effet, une transformation de l'énergie électromagnétique en chaleur, lumière, etc. : l'étincelle ne peut donc se produire que là où il y a un afflux d'énergie.

» En voici un exemple : un résonateur, formé simplement d'une tige métallique coupée en son milieu, ne donne aucune étincelle s'il est placé parallèlement à l'un des fils de transmission et en donne, au contraire, dès qu'on l'incline dans le plan de ces fils. Dans le premier cas, les lignes d'énergie ne sont pas déviées de leur chemin primitif par le résonateur. Dans le second cas, au contraire, la disposition des lignes de force est analogue à celle que j'ai décrite plus haut et l'énergie converge à la coupure.

» Voici un second exemple : j'ai remplacé les fils de transmission par deux larges rubans métalliques dont les plans sont parallèles et verticaux. Un résonateur est constitué de la façon suivante : une plaque de cuivre est coupée en trois bandes

parallèles. La bande du milieu, constituant le résonateur proprement dit, est coupée au milieu de sa longueur. Une petite pointe, ménagée sur l'un des bords de cette coupure, sert, avec le bord en regard, de micromètre à étincelles. Les deux autres bandes jouent un rôle analogue à celui de l'anneau de garde d'un condensateur. Pour assurer la protection, les plaques de garde recouvrent un peu les bords du résonateur sans les toucher. Je place le résonateur entre les rubans transmettant les ondes, son plan étant vertical et perpendiculaire aux rubans. J'ai constaté que le résonateur ne donne que de très faibles étincelles, lorsque les plaques de garde sont en place; au contraire, lorsqu'elles sont enlevées les étincelles deviennent très vives.

» L'explication est la suivante : le résonateur et les rubans sont trois plans verticaux; il en résulte que, dans la partie moyenne et grâce aux plaques de garde, les lignes de force électrique et les lignes d'énergie sont planes et horizontales, c'est-à-dire qu'une portion de l'énergie reste, durant tout son trajet, dans le même plan horizontal. L'énergie qui se propage dans une tranche très mince, à la hauteur du micromètre à étincelles, peut seule y arriver, ce qui explique la petitesse de l'étincelle.

» Lorsque les plaques de garde sont enlevées, l'énergie converge de tous côtés vers l'étincelle qui sera beaucoup plus forte. »

PHYSIQUE. — *Densités de quelques gaz faciles à liquéfier.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann [1].

« La loi des volumes moléculaires, qui a fait l'objet d'une précédente Note [2], est fondée sur la connaissance des densités des gaz. Le nombre de ceux que l'on peut obtenir à l'état de pureté, ou même sensiblement purs, est, il est vrai, très restreint; mais les indications qu'ils fournissent sont très suffisantes, grâce aux contrôles dont il a été question dans cette même Note et sur lesquels nous reviendrons.

» 1. *Anhydride carbonique.* — Regnault a trouvé, pour la densité de ce gaz dans les conditions normales, 1,5291, qu'il faut réduire à 1,5290 pour tenir compte de la contraction du ballon vide.

» J'ai repris cette détermination. Le gaz, obtenu par la réaction du marbre blanc et de l'acide chlorhydrique, traverse une colonne contenant un mélange de marbre concassé et de bicarbonate de soude pulvérisé, puis une colonne à ponce sulfurique et un barboteur à acide sulfurique. Trois expériences bien concordantes m'ont donné, pour la densité, 1,5287 seulement.

» La densité s'est trouvée toutefois d'autant plus forte que la pression était plus

---

[1] Laboratoire de Physique (Enseignement) à la Sorbonne.

[2] *Comptes rendus* du 8 février 1897.

grande (¹) et les nombres bruts ont subi de ce chef une correction de $\frac{1}{10000}$ par centimètre de mercure.

» 2. *Oxyde azoteux.* — Le protoxyde d'azote liquéfié du commerce peut servir de point de départ pour la préparation des tubes de Natterer. M. Villard a bien voulu préparer pour moi trois de ces tubes, et m'aider à faire passer une partie de leur contenu par une dernière distillation fractionnée, dans mon ballon à densités. Ainsi qu'il l'a montré, le gaz ainsi obtenu doit être considéré comme très sensiblement pur.

» Les densités obtenues, toutes corrections faites, ont été : 1,5304, 1,5298, 1,5301. J'admettrai la moyenne 1,5301, qui me paraît toutefois devoir être approchée par défaut.

» J'ajouterai que des essais de distillation fractionnée, opérés dans le liquide du commerce, ne m'ont aucunement donné satisfaction. Le protoxyde, même solidifié par évaporation rapide dans le vide, retient plusieurs millièmes d'azote.

» 3. *Acide chlorhydrique.* — J'ai trouvé antérieurement 1,2692.

» 4. *Acide sulfhydrique.* — Ce gaz est préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur la stibine, purifié par le sulfure de sodium, et desséché par le chlorure de calcium et l'anhydride phosphorique. Traité par une solution concentrée de potasse, le gaz ainsi obtenu laisse toujours un résidu qui brûle avec une flamme à peine visible, sans dépôt de soufre, et sans production d'anhydride sulfureux. En admettant que ce résidu fût de l'hydrogène pur, on arriverait pour la densité à 1,190 environ, nombre encore bien inférieur à celui qu'on adopte généralement (1,1912). Je prendrai 1,1895, que je crois approché à ± 0,0004, c'est-à-dire à $\frac{1}{3000}$ près.

» 5. *Chlore.* — J'ai déterminé autrefois la densité du chlore extrait par distillation fractionnée du chlore liquéfié du commerce. La densité obtenue (2,4865) devait subir une majoration d'environ 0,005 pour tenir compte de ce que le chlore contenait à peu près $\frac{1}{300}$ de son volume d'air, d'après un dosage effectué sur du gaz extrait de la même bouteille.

» J'ai pu, avec le concours de M. Lamotte, préparateur au laboratoire, reprendre cette détermination sur du chlore préparé par la réaction du bichromate de potassium et de l'acide chlorhydrique. Une partie de celui-ci se dégage : on l'arrête au moyen de ponce imprégnée et recouverte de sulfate de cuivre. Le gaz est ensuite séché par la ponce sulfurique et recueilli provisoirement dans une cloche portant un tube à dégagement et placée sur une cuve à acide sulfurique. Il passe de là dans le ballon à densités, n'ayant eu le contact d'aucune substance susceptible d'en diminuer la pureté.

» Bien qu'un vide très avancé eût été fait primitivement dans l'appareil, et que nous eussions laissé perdre au début plus de 10^{lit} de chlore, l'absorption par une solution de potasse, récemment bouillie dans le vide, n'a pas été complète ; le résidu (air) a été de $12^{cc},7$ sur $2^{lit},28$.

» Toutes corrections faites, la densité du chlore serait, d'après cette expérience, 2,4907.

» J'ai adopté le nombre 2,491, qui me semble approché à moins d'une unité près sur le dernier chiffre, c'est-à-dire à $\frac{1}{2500}$ près.

(¹) Il n'en est pas toujours ainsi dans les expériences de Regnault.

» 6. *Gaz ammoniac.* — Je me suis contenté de l'extraire par une double distillation fractionnée de la solution ammoniacale dite *pure* du commerce. La dessiccation a été opérée au moyen de potasse, fondue spécialement, dont l'efficacité avait été éprouvée sur de l'air.

» La densité obtenue 0,5971 me paraît approchée à 0,0002 près.

» 7. *Anhydride sulfureux.* — J'ai trouvé autrefois, pour la densité de ce gaz, 2,2639.

» *Remarque générale.* — La précision des nombres que je viens de donner est inférieure à celle des densités des gaz difficiles à liquéfier, que j'ai publiées antérieurement.

» D'une part, le nombre des expériences relatives à chaque gaz a été moindre. D'autre part, dans deux cas au moins, la pureté a laissé à désirer. Enfin, la condensation des gaz sur les parois du ballon a pu donner lieu à une erreur en plus dont on ne peut prévoir la grandeur.

» Toutefois on verra par la suite que les diverses erreurs commises ne sont pas de nature à altérer les conclusions de ce Travail. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les impuretés des cuivres bruts.* Note de M. Schlagdenhauffen, présentée par M. Friedel.

« 1. En laissant séjourner de la limaille de cuivre (cuivre du Chili et cuivre anglais de première fusion) dans de l'eau, pendant plusieurs jours, traitant ensuite cette eau filtrée et légèrement acidifiée par un courant d'hydrogène sulfuré, j'ai été surpris d'obtenir un précipité jaune. L'opération faite au bain-marie m'a fourni un précipité jaune orange beaucoup plus abondant que le premier.

» Si, après épuisement complet à l'eau, on traite les mêmes échantillons soit par de la potasse ou de l'acide chlorhydrique faible, on obtient, dans les deux cas, après filtration, acidification de la liqueur alcaline et traitement par l'hydrogène sulfuré, un précipité plus considérable de sulfure d'arsenic et de sulfure d'antimoine. Cette expérience bien simple prouve donc que les cuivres commerciaux renferment l'arsenic et l'antimoine sous forme d'acide arsénieux et d'oxyde d'antimoine.

» 2. Ce fait acquis, j'ai chauffé modérément dans un tube à analyse organique, en y faisant passer un courant d'acide carbonique, une autre partie de limaille et constaté, à la partie supérieure du tube, une sublimation d'aiguilles, d'octaèdres et de prismes orthorhombiques très brillants. Ces cristaux se dissolvent entièrement dans un mélange d'acide nitrique et

d'acide chlorhydrique et leur solution aqueuse, convenablement traitée par la mixture magnésienne, fournit un précipité abondant d'arséniate ammoniaco-magnésien. La liqueur filtrée, débarrassée de l'excès d'ammoniaque et légèrement acidifiée, donne alors un précipité orange par l'hydrogène sulfuré.

» Cette expérience vient donc corroborer la première. Toutefois je ne m'avancerai pas au point de dire que ce n'est que sous la forme d'acide arsénieux et d'oxyde d'antimoine que ces impuretés sont contenues dans les cuivres bruts, puisque des expériences nombreuses prouvent qu'il n'en est pas ainsi.

» 3. Avec des échantillons d'autres provenances j'ai obtenu des réactions non moins intéressantes que les premières. C'est ainsi que le traitement par l'acide azotique du produit sublimé dans un de mes tubes m'a fourni, à l'analyse, tous les caractères de l'acide sélénieux (précipité rouge par l'acide sulfureux et production d'un anneau rouge par la sublimation du résidu sec en présence du chlorure ammonique; les deux dépôts étaient solubles dans le sulfure de carbone).

» C'est pour la première fois que, à ma connaissance du moins, cette impureté est signalée dans les cuivres bruts.

» J'ajouterai enfin qu'un dernier échantillon, chauffé dans le tube à analyse, a fourni un sublimé sous forme de cristaux cubiques parfaitement nets. Il a été facile de démontrer dans la solution aqueuse, après dissolution dans l'acide azotique, la présence simultanée d'acide sulfurique et de plomb. Ces cristaux ne sont donc autres que du sulfure de plomb.

» Ces faits n'étant signalés dans aucun Traité d'analyse ou de métallurgie, je me propose de poursuivre ces réactions en faisant usage d'échantillons plus nombreux et d'origines variées. »

CHIMIE. — *Sur la conductibilité électrolytique de l'acide trichloracétique.* Note de M. PAUL RIVALS.

« J'ai mesuré, par la méthode de M. Bouty, les conductibilités moléculaires des solutions de l'acide trichloracétique pour des dilutions comprises entre $v = 1^{\text{lit}}$ et $v = 128^{\text{lit}}$.

» Mes mesures, effectuées à 16°, ont été rapportées d'abord à la résistance de la solution $KCl = 32^{\text{lit}}$, puis au mercure à 0°.

» En adoptant, pour la conductibilité moléculaire à 16° de la solution

$KCl = 32^{lit}$, la valeur

$$\lambda = 107,2 \times 10^{-7},$$

on a les valeurs suivantes pour la conductibilité moléculaire μ de l'acide trichloracétique :

Valeurs de v.	Valeurs de $\mu.10^7$.	Valeurs de v.	Valeurs de $\mu.10^7$.	Valeurs de v.	Valeurs de $\mu.10^7$.
lit		lit		lit	
1.....	178,3	4.....	260,6	16.....	289,5
2.....	226,4	6.....	268,5	32.....	304,3
3.....	247,5	8.....	279	128.....	317

» On peut représenter μ en fonction de v soit par une formule parabolique en $\frac{1}{\sqrt[3]{v}}$ (formule de Kohlrausch), ou plus simplement par une fonction linéaire de $\frac{1}{\sqrt{v}}$.

$$\mu = 331,7 \times 10^{-7}\left(1 - \frac{0,463}{\sqrt{v}}\right).$$

» Si nous admettons pour la conductibilité limite μ_∞ la valeur

$$\mu_\infty = 331,7 \times 10^{-7},$$

et si nous posons

$$m = \frac{\mu}{\mu_\infty},$$

m représente, dans le langage actuel, la proportion d'acide dissocié; m est dès lors lié à v par la relation

(1) $$m = 1 - \frac{0,463}{\sqrt{v}}.$$

» D'autre part, j'ai précédemment mesuré ([1]) la chaleur de dissolution de l'acide trichloracétique à diverses concentrations. Celle-ci peut se représenter soit par une formule parabolique en $\frac{1}{\sqrt[3]{v}}$, soit plus simplement par la formule empirique

(2) $$Q = 3^{Cal},38\left[1 - \frac{4}{7\sqrt{v}}\right],$$

du moins pour les valeurs de v comprises entre 1^{lit} et 8^{lit}.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 240.

» Les équations (1) et (2) montrent que, dans ces limites, m et Q sont l'un et l'autre des fonctions linéaires de $\frac{1}{\sqrt{v}}$; en d'autres termes : *La chaleur de dilution de l'acide trichloracétique varie proportionnellement à la fraction d'acide dissocié.*

» Le rapport $\frac{\Delta Q}{\Delta m}$ de la variation de Q à la variation correspondante d'acide dissocié est égal, d'après les équations (1) et (2), à 4,17. Ainsi, la *chaleur moléculaire de dissociation électrolytique* de l'acide trichloracétique est égale à $+4^{\text{Cal}},17$.

» Comme vérification, calculons la *chaleur de neutralisation* N de cet acide par la potasse. D'après la formule d'Ostwald

$$N = 13^{\text{Cal}},52 + (1 - m)d,$$

$13^{\text{Cal}},52$ étant une constante commune aux acides forts et aux bases fortes, tandis que le second terme dépend de la proportion m d'acide dissocié et de la chaleur de dissociation d.

» En particulier, pour $v = 2^{\text{lit}}$, $m = 0,682$ (valeur observée), d'où je tire $N = 14^{\text{Cal}},84$; pour $v = 4^{\text{lit}}$, $m = 0,785$, d'où $N = 14^{\text{Cal}},41$.

» En fait, j'ai trouvé directement

$C^2Cl^3O^2H[2^{\text{lit}}] + K.OH[2^{\text{lit}}]$ dégage .... $+14^{\text{Cal}},75$
$C^2Cl^3O^2H[5^{\text{lit}}] + K.OH[2^{\text{lit}}]$ dégage .... $+14^{\text{Cal}},25$

» Cet accord des résultats fournis par deux méthodes thermochimiques et une méthode électrique m'a paru intéressant à signaler. Il est indépendant de toute idée théorique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le poids moléculaire moyen de la matière soluble, dans les graines en germination.* Note de M. L. MAQUENNE, présentée par M. Dehérain.

« Dans une Note précédente, relative aux pressions osmotiques qui se développent à l'intérieur des graines pendant la germination (¹), j'ai fait remarquer que le point de congélation des sucs végétaux devait être en rapport avec le poids moléculaire moyen des substances solubles renfer-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 898.

mées dans ces sucs, et que ses variations pouvaient, en conséquence, nous fournir un renseignement sur les métamorphoses que subissent les principes immédiats, au cours du développement normal d'une plante quelconque.

» Cette méthode présente le précieux avantage de ne pas nécessiter la connaissance préalable de la composition exacte des liquides examinés; on sait d'ailleurs qu'il est, en général, impossible, à cause de sa complexité, de l'établir avec certitude. Cette méthode est, en outre, applicable à toutes les phases de la végétation et à tous les organes des plantes vivantes; dans le présent travail j'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des résultats que j'ai ainsi obtenus dans l'étude de quelques graines en germination.

» Les graines en expérience étaient mises à germer sur l'eau distillée, dans des cuvettes en porcelaine, puis, au bout d'un certain temps, broyées et pressées; le suc ainsi obtenu était soumis à la congélation, ensuite filtré et enfin évaporé à sec; on connaissait ainsi la quantité de matières solubles qu'il renfermait, en même temps que le nombre moyen des molécules présentes. De ces deux données on déduisait, par le calcul, le poids moléculaire que devrait avoir une substance supposée unique pour donner, sous le même poids, la même température de congélation. C'est le nombre ainsi calculé que je désigne sous le nom de *poids moléculaire moyen*.

» Dans un grand nombre de cas, le suc obtenu directement par pression est trop visqueux pour pouvoir être filtré; on l'étend alors au préalable d'eau pure et c'est sur la dissolution ainsi affaiblie que portent les déterminations numériques; il est clair que le résultat final n'en saurait être affecté d'une manière sensible, puisque l'abaissement du point de congélation et la concentration du liquide se trouvent ainsi réduits dans le même rapport.

» Le Tableau suivant donne l'ensemble des principaux résultats obtenus avec différentes graines, depuis le début de la germination jusqu'au moment où les réserves sont à peu près épuisées :

	Durée de la germination.	Température de congélation.	Matière sèche pour 100 de jus.	Matière sèche pour 100 d'eau.	Poids moléculaire moyen.
Seigle	8 jours	—0°,115	2,70	2,77	445
	12 »	—0,225	2,41	2,47	203
	30 »	—0,31	2,72	2,80	167
Pois	8 »	—0,71	10,53	11,77	306
	15 »	—0,425	4,37	4,57	199
	40 »	—0,55	3,23	3,34	112
Lupin blanc	15 »	—0,46	5,61	5,94	239
	22 »	—0,425	4,94	5,20	226
	40 »	—0,42	3,02	3,11	137

» Les abaissements du point de congélation sont ici beaucoup plus faibles que ceux qui ont été donnés dans nos précédentes Communications; ce fait tient à ce que les liquides obtenus par pression ont été systématiquement étendus d'eau et nous n'avons à leur égard aucune observation nouvelle à faire, mais les poids moléculaires correspondants sont extrêmement variables, même pour des concentrations très voisines; pour chaque espèce, ils décroissent à mesure que la germination s'avance, et cela dans une proportion telle que leurs variations ne sauraient être imputées aux causes d'erreur inhérentes à la méthode employée.

» Il résulte de là que la transformation des matières de réserve contenues dans la graine ne consiste pas simplement, comme on est porté à le croire si l'on se borne à examiner qualitativement les produits solubles qui apparaissent dans la graine germée, en une métamorphose de la matière amylacée en sucre et la matière albuminoïde en composés amidés simples, tels que l'asparagine. La solubilisation de ces substances nous apparaît, au contraire, progressive, donnant lieu tout d'abord à des produits complexes de poids moléculaire encore très élevé, puis, par une rétrogradation absolument conforme au processus chimique que l'on pouvait prévoir, à d'autres composés plus simples dont le glucose et l'asparagine représentent vraisemblablement les termes ultimes; en un mot, l'apparition de ces corps est précédée de celle d'une foule d'autres, indéterminés jusqu'ici, d'où ils procèdent comme ces derniers procèdent du gluten et de l'amidon.

» L'analyse confirme d'ailleurs absolument l'exactitude de cette conclusion, car il est impossible de déceler la moindre trace de glucose dans les graines de pois et de lupin, après huit jours de germination, alors que, cependant, elles renferment déjà une notable proportion de matières solubles.

» Cette dégénérescence des matières de réserve est exactement l'inverse de ce qui se passe pendant la maturation, et, à ce propos, il ne sera peut-être pas sans intérêt de rapporter quelques résultats obtenus par la même méthode sur le blé vert, peu de temps après sa floraison : les feuilles de différents âges ayant été examinées à part, on a trouvé, pour les constantes moyennes de la matière dissoute dans leur suc cellulaire, les nombres qui suivent :

	Eau pour 100 de feuilles.	Matière sèche pour 100 de jus.	Température de congélation.	Pressions osmotiques.	Poids moléculaires moyens.
Haut	69,29	14,37	— 1°,44	14at,9	215
Milieu	72,92	12,90	— 1,41	14,8	194
Bas	74,76	11,24	— 1,33	14,2	176

» Ils nous montrent que, en vertu de la condition d'équilibre que j'ai fait connaître antérieurement, la pression osmotique est sensiblement la même dans toutes les parties de la plante, et, de plus, que le poids moléculaire moyen de la matière soluble s'accroît à mesure que cette matière émigre vers le sommet, c'est-à-dire à mesure qu'elle se rapproche de la forme qu'elle devra définitivement conserver dans la graine.

» J'espère d'ailleurs, si l'Académie le permet, pouvoir revenir ultérieurement sur cette question avec de plus amples détails. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations générales sur les avoines.* Note de M. **Balland.**

« 1. Il n'y a pas de rapport entre le poids moyen des grains, le poids des grains à l'hectolitre et la couleur des avoines. Il n'y a également aucune relation entre ces divers facteurs et les matières salines, les matières grasses ou la cellulose; pour l'azote, les avoines blanches, du moins dans certains pays (Russie), paraissent plus favorisées.

» 2. En rapprochant le poids des cendres des poids de la cellulose, de la graisse et de l'azote, on ne trouve pas de liens étroits entre ces éléments et le maximum des matières salines. Il en est ainsi pour le maximum et le minimum des matières grasses ou azotées. Quant à la cellulose des avoines de même espèce, le maximum coïncide toujours avec une diminution de l'azote.

» 3. Il n'existe pas de rapports généraux entre le poids de l'amande ou de la balle et le poids moyen des grains ou le poids des grains à l'hectolitre. Au point de vue de la nuance, les avoines blanches donnent souvent moins d'amande que les noires, mais on observe le contraire en Russie.

» Le rapport de l'amande à la balle est très variable, suivant les provenances. Dans les régions chaudes, la balle est toujours en plus forte proportion : sa composition reste à peu près la même que dans les pays tempérés; mais, par contre, l'amande est beaucoup plus azotée. Il résulte de là que des avoines d'Algérie, ne donnant que 68 à 69 pour 100 d'amande, contiennent, à poids égal, autant et même plus d'azote que les meilleures avoines de Beauce ou de Brie, qui laissent à la décortication jusqu'à 77 pour 100 d'amande. La balle adhérente au grain étant très résistante à la mastication et formée de matières peu alimentaires, on comprend l'intérêt qu'il y a pour l'acheteur à connaître exactement le rapport de l'amande à la balle. Dans les avoines de même espèce, la valeur nutritive marche toujours avec le poids de l'amande :

c'est un élément, comme l'ont prouvé d'ailleurs les recherches de MM. Müntz et Girard (¹), dont la portée ne saurait être contestée.

» 4. En traitant les avoines par l'alcool on obtient des extraits de composition très différente suivant la force de l'alcool employé.

» Avec l'alcool absolu, l'extrait n'est formé que de matières grasses analogues à celles que l'on retire avec l'éther à 65°; avec l'alcool à 95°, il y a présence de matière azotée et celle-ci va en augmentant avec des alcools de plus en plus faibles. Il n'y a pas d'alcaloïde spécial auquel on puisse rattacher la propriété excitante des avoines sur le cheval. Les effets constatés par M. André Sanson (²) seraient vraisemblablement dus à une huile essentielle qui accompagnerait, en très faible quantité, les matières grasses des avoines. Celles-ci exercent incontestablement une très grande influence : les proportions élevées de ces matières, jointes aux éléments azotés et phosphatés contenus dans l'avoine, prouvent que cette céréale constitue pour l'homme et les animaux un aliment beaucoup plus complet que le froment, l'orge ou le seigle.

» 5. Les avoines entières, protégées par la balle, peuvent se conserver pendant plusieurs années sans éprouver de modifications appréciables dans leur constitution chimique. Dès qu'elles ont été broyées, les altérations surviennent : l'acidité, qui est normalement plus élevée que dans les autres céréales, augmente rapidement et les matières grasses se transforment.

» 6. La composition des avoines est très variable et ne peut être représentée par une moyenne générale. Elle diffère selon les latitudes et les climats. Elle offre plus de fixité lorsqu'on n'embrasse que les produits d'une région limitée, comme la Beauce ou la Picardie; mais, dans ce cas encore, on observe des changements d'une année à l'autre, suivant les influences météorologiques dominantes (chaleur, pluie, sécheresse, etc.).

» Les chiffres suivants, fournis par l'examen d'un millier d'avoines récoltées ou importées en France, c'est-à-dire par les principales avoines du marché français de 1893 à 1897, montrent dans quelle proportion peuvent varier les différents éléments constitutifs des avoines :

(¹) A. Müntz et A.-Ch. Girard, *Recherches sur la valeur alimentaire de l'avoine* (*Annales de l'Institut agronomique*, 7ᵉ année, 1882-1883).

(²) Sanson, *Sur la propriété excitante de l'avoine* (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 75, et *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie de l'homme et des animaux*, t. XIX, p. 113; 1883).

	Minimum pour 100gr.	Maximum pour 100gr.
	gr	gr
Eau	9,80	17,00
Matières azotées	7,10	14,13
» grasses	2,89	6,82
» sucrées et amylacées	56,95	64,32
Cellulose	7,02	12,24
Cendres	1,88	6,90
Poids de l'amande	61,00	79,50
Poids de la balle	20,50	39,00
Poids moyen de 100 grains	1,80	4,32

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouveaux pigments biliaires.* Note de MM. A. **Dastre** et N. **Floresco**, présentée par M. Arm. Gautier.

« On admet que les colorations diverses de la bile (jaune, verte) sont dues aux deux pigments principaux : bilirubine, biliverdine, dont le second dérive du premier par simple oxydation. On connaît d'autres dérivés *artificiels* (obtenus par la réaction de Gmelin) ou *anormaux* (calculs biliaires, etc.), mais ceux-ci n'existeraient point dans la bile naturelle.

» Cette opinion n'est pas exacte. Nous avons démontré l'existence dans la bile de deux pigments, l'un jaune, l'autre vert, que nous avons appelés *pigments biliprasiniques*, en ressuscitant un nom créé par Staedeler pour un produit mal déterminé qu'il avait cru trouver dans certains calculs biliaires et dont l'existence avait été rejetée depuis. Ces pigments ne seraient ni exceptionnels, ni rares; c'est à eux, en effet, que les biles de beaucoup d'animaux doivent surtout leurs couleurs et leurs virages. Nous les désignerons encore par le nom de *pigments intermédiaires*, par opposition à la bilirubine (pigment *originel*) et à la biliverdine que nous appellerons *pigment définitif*.

» L'existence de ces pigments est mise en évidence par les plus simples expériences, à savoir les virages que déterminent : 1° l'action de l'acide carbonique; 2° l'action alternative des acides (acide acétique cristallisable) et des alcalis (soude 30 pour 100); 3° l'action du vide.

» Le pigment biliprasinique jaune, jaune brun (biliprasinate sodique) est celui qui donne à la bile du veau sa couleur jaune. Il existe dans les autres biles jaunes. Il se distingue du pigment bilirubinique par les caractères suivants : 1° le courant d'acide carbonique le colore en vert (biliprasine); 2° de même l'acide acétique cristallisable et en général tous les

acides, surtout en présence de l'alcool; 3° il n'est pas stable dans le vide, il s'y décolore sous l'action de la lumière. Il résulte de là entre autres conséquences et contrairement à ce qui a été soutenu que la bile jaune peut devenir bile verte sans oxydation nouvelle.

» Le second pigment biliprasinique est vert (biliprasine). Il constitue le pigment ordinaire de la bile fraîche du bœuf, du lapin. Il existe dans les autres biles. Il se distingue de la biliverdine par les caractères suivants : 1° l'addition de quelques gouttes d'alcali le fait passer au jaune (biliprasinate); 2° le vide fait passer au jaune (bilirubine). Le pigment jaune est la solution alcaline (sel alcalin) du pigment vert (acide). L'acide biliprasinique est déplacé par CO^2, tandis que pour la bilirubine et la biliverdine, c'est, au contraire, le pigment qui déplace l'acide carbonique des carbonates.

» Les pigments biliprasiniques sont intermédiaires aux deux autres au point de vue de l'oxydation et de l'hydratation. Quand on réalise l'oxydation ménagée de la bilirubine au moyen de la solution alcoolique d'iode, on trouve le stade biliprasine avant le stade biliverdine. Il en est de même dans l'oxydation spontanée à l'air, sous l'influence de la lumière ou de la chaleur. Le vide qui dissocie lentement la biliprasine est sans effet sur le stade plus avancé, biliverdine. Tous ces pigments dérivent d'ailleurs de la bilirubine, pigment fondamental originel. Nous avons étudié les transformations spontanées de ce pigment et leurs conditions. Ces transformations dépendent de quatre facteurs. Le facteur indispensable (sauf pour la transformation des pigments biliprasiniques l'un dans l'autre), c'est l'oxygène. Les autres sont adjuvants, à savoir : *la réaction du milieu, la chaleur, la lumière*.

» 1. Toutes choses égales d'ailleurs, l'alcalinité marquée est défavorable à la formation des pigments biliprasiniques; elle contribue donc à la stabilité des bilirubinates. La neutralité ou l'acidité favorisent l'apparition précoce du pigment vert, biliprasine.

» 2. La chaleur ménagée favorise extrêmement la transformation du bilirubinate en biliprasinate; elle favorise encore, mais à un degré beaucoup moindre, le passage de ce dernier au stade définitif (biliverdine, biliverdinate).

» La chaleur excessive (100° prolongé) altère les bilirubinates : elle les rend partiellement insolubles; ultérieurement elle les décolore.

» 3. La lumière (dans toutes les parties du spectre) a une influence très marquée : elle fait passer rapidement le pigment originel à l'état de

pigment biliprasinique et également celui-ci à l'état de pigment définitif.

» On peut donner une forme très nette et saisissante à ces expériences sur la réaction du milieu, la chaleur et la lumière, en opposant des tubes témoins, qui restent inaltérés, à des tubes qui, soumis à ces influences, virent de couleur.

» Il est possible que la transformation, oxydation, hydratation du pigment originel (bilirubine) commence dans la cellule hépatique et les canalicules biliaires. Dans tous les cas, elle se poursuit dans la vésicule. Or, les conditions artificielles de cette transformation (oxygène, lumière, chaleur) n'y sont pas réalisées. De là l'hypothèse d'une condition particulière ou d'un agent particulier d'oxydation dans *l'organisme*, intervenant dans le foie et passant, en partie, dans la bile. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons* X *sur la chaleur rayonnée par la peau.* Note de M. L. Lecercle, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« J'ai recherché si les rayons X faisaient subir des modifications à la température d'un thermomètre qui recevait la chaleur rayonnée par la peau.

» Le thermomètre était fixé dans la tubulure centrale d'une cloche en verre dont la base, d'une surface de 39^{cq}, reposait sur la peau. Deux autres tubulures permettaient de faire passer dans la cloche un courant d'air continu. Le réservoir thermométrique était à 4^{cm} de la peau. L'expérience était prolongée jusqu'à ce que la température restât stationnaire au moins trois minutes.

» Je faisais trois déterminations : la première avant, la seconde immédiatement après l'exposition aux rayons X, la troisième au moins une heure après.

» Les expériences ont été faites sur des lapins adultes, la cloche étant maintenue sur le train postérieur débarrassé de poils. Je les ai aussi répétées sur ma main et sur celle d'un jeune homme de dix-neuf ans.

» Ces expériences m'ont montré qu'il y a toujours, sous l'action des rayons X, une augmentation dans le rayonnement de la chaleur, augmentation qui se poursuit longtemps après que la peau a été soustraite à leur influence. Souvent aussi j'ai observé une diminution passagère de la chaleur rayonnée, immédiatement après que leur action s'était fait sentir. Ces modifications sont du reste de même sens que celles qui se produisent dans la température de la peau soumise aux rayons X [1]. »

---

(1) En remplaçant la surface cutanée par un fil de platine traversé par un courant

M. T. Tiffereau adresse une Note relative à un mode de production du carbone.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 octobre 1897.

Traité de Paludisme, par A. Laveran, Membre de l'Académie de Médecine; Correspondant de l'Institut de France, etc. Paris, Masson et Cie; 1898; 1 vol. gr. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Œuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences. Tome septième: *Correspondance*, 1670-1675. La Haye, Martinus Nijhoff; Paris, Gauthier-Villars et fils; 1897; 1 vol. in-4°.

L'art de greffer, par Charles Baltet. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-18.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles. Première année. 10 octobre 1897. Paris; 1 fasc. in-8°.

L'air atmosphérique exerce-t-il une influence sur la hauteur d'un mince jet d'eau, par G. Van der Mensbrugghe, Membre de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles, Hayez, 1897; 1 broch. in-8. (Hommage de l'auteur.)

Annals of the astronomical observatory of Harvard college. Vol. XXVI. Part. II: *Miscellaneous investigations of the Henry Draper Memorial*, by Edward C. Pickering, Director, aided by M. Fleming, Assistant. Cambridge, 1897; 1 vol. in-4°.

Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. Vol. XXVI, 1897. Dispensa 8a. Roma, G. Bertero, 1897; fasc. in-4°.

d'intensité et de force électromotrice connues, rayonnant à la même distance, dans le même courant d'air, on peut, par une simple proportion, obtenir l'augmentation d'énergie rayonnante par seconde. Ces variations sont loin d'être négligeables : pour les trois lapins soumis à l'expérience, j'ai trouvé 9, 6 et 27 grammes-mètres.

Boletin del Instituto geologico de Mexico. Nums. 7,879. Il mineral de Pachuca. Mexico, 1897; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 août 1897.)

Note de M. *J. Cantacuzène,* Organes phagocytaires observés chez quelques Annélides marines :

Page 328, ligne 16, *au lieu de* au-dessous, *lisez* au-dessus.

(Séance du 11 octobre 1897.)

Note de MM. *Félix Mesnil* et *Maurice Caullery,* Sur la position systématique du genre *Ctenodrilus* Clap. :

Page 543, lignes 6 et 7, *au lieu de* organes buccaux, *lisez* organes nucaux.
Page 544, lignes 25 et 26, *au lieu de* Ct. nodrilus, *lisez* Ctenodrilus.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 OCTOBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Appareil destiné à mesurer les hauteurs atteintes par les aérostats: Vérification des indications fournies par le baromètre.* Note de M. **L. Cailletet**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil que j'ai imaginé et qui permettra de résoudre, sans doute, une importante question de Physique, à savoir : la vérification expérimentale de la formule de Laplace, relative aux indications du baromètre à diverses altitudes, en déterminant par une mesure photographique la hauteur atteinte par l'aérostat qui porte le baromètre.

» Déjà, on avait essayé de mesurer la hauteur d'un aérostat au moyen de visées pratiquées à chacune des extrémités d'une base de longueur connue. Dans ces conditions le ballon se déplace et disparaît bientôt.

» J'ai pensé à remplacer les observateurs placés à terre par un appareil photographique emporté par le ballon et qui, à des intervalles rapprochés, photographie automatiquement la vue du sol au-dessus duquel il passe, en même temps que l'image d'un baromètre anéroïde, disposé au devant d'un second objectif, vient se fixer sur l'épreuve.

» L'appareil, qui a été étudié et construit avec grands soins par M. Gaumont, l'habile directeur du Comptoir général photographique, se compose d'une boîte prismatique en bois, suspendue au ballon par un système qui assure à son axe une position sensiblement verticale. Sur la partie inférieure, qui regarde le sol, est disposé un objectif convenablement diaphragmé; sur la paroi opposée, est un second objectif, destiné à photographier le baromètre anéroïde placé à une distance convenable pour donner une image nette sur la surface sensible. Un mouvement d'horlogerie fait mouvoir des obturateurs qui, en s'ouvrant de deux en deux minutes, permettent aux rayons lumineux de pénétrer dans l'appareil. Une pellicule de celluloïd sensible reçoit sur ses deux faces les rayons ainsi transmis et se déroule devant les objectifs, en obéissant à un ressort contenu dans un barillet indépendant.

» Les épreuves ainsi obtenues ont $0^{m},13 \times 0^{m},18$; elles donnent, en même temps que la vue du sol, l'image du cercle gradué et de l'aiguille du baromètre.

» Lorsqu'on connaît : 1° le foyer de l'objectif photographique; 2° la distance de deux points situés sur le sol; 3° la distance de ces deux points sur l'épreuve photographique, il est facile de déterminer, par un simple calcul de proportion, la hauteur à laquelle se trouvait le ballon au moment où l'épreuve a été prise, et comme l'épreuve donne également l'image du baromètre et, par conséquent, la pression, on peut déterminer expérimentalement la loi qui rattache la pression barométrique de l'atmosphère en divers points aux altitudes de ces points.

» L'erreur possible, dans la mesure de l'altitude, dépendra de l'exactitude de la mesure du foyer de l'objectif, d'une part, et de celle de l'épreuve. Or, il est facile d'obtenir ces mesures à $\frac{1}{500}$ près, ce qui donnerait, pour les déterminations obtenues avec l'appareil photographique, une approximation de $\frac{1}{500}$.

» L'appareil que je viens de décrire, et qui n'avait été essayé que du haut de la tour Eiffel, a pu être expérimenté ces jours derniers, dans un ballon monté.

» Jendi, 21 octobre, la Commission d'aérostation de Paris a exécuté sa première ascension scientifique, dans le but de soumettre à l'essai divers appareils enregistreurs destinés aux ascensions libres à grandes hauteurs, en voie de préparation.

» Un ballon en soie de 1700^{mc}, généreusement offert à la Commission par M. Mascart au nom de M. Balashoff, est parti des usines à gaz de la Villette à midi 40^{m}, et a atterri à $4^{h}30^{m}$ à Cossé-le-Vivien, département de la Mayenne (¹).

» Malgré des rafales violentes, qui ont rendu extrêmement difficiles les manœuvres préliminaires, le départ et la descente des aéronautes, MM. Hermite et Besançon, ont eu lieu sans accident. Les divers appareils scientifiques et en particulier l'appareil photographique que je viens de décrire, n'ont pas subi d'avaries et ont parfaitement fonctionné. La hauteur atteinte par le ballon n'a été que de 2500^{m}, par suite de circonstances tout à fait indépendantes des aéronautes.

» On a obtenu vingt-six épreuves, qui donnent d'une manière très nette la photographie du sol, au-dessous de la route suivie par le ballon. La position de l'aiguille du baromètre est représentée au centre du cliché, avec une grande précision. Dans une description plus détaillée de l'appareil, je ferai connaître le moyen de corriger l'erreur qui peut résulter du retrait de la pellicule pendant le séchage.

» Lorsque l'appareil photographique devra s'élever à de grandes hauteurs, toutes les précautions sont prises pour éviter l'arrêt du mécanisme et du baromètre, qui se produirait aux températures extrêmement basses que nous avons déjà constatées dans ces régions élevées. Enfin, en dehors de l'emploi spécial auquel cet enregistreur photographique est destiné, je crois qu'il rendra encore des services aux aéronautes, en leur permettant, à l'aide d'une série d'épreuves successives, de relever la route exacte suivie par le ballon, et d'évaluer sa vitesse de translation horizontale aux divers points de son trajet. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Hadamard *intitulé : « Sur les lignes géodésiques des surfaces à courbures opposées »* ; par M. **H. Poincaré.**

« Les propriétés des lignes géodésiques méritent toute l'attention des géomètres; ce problème est en effet le plus simple de tous les problèmes de Dynamique; mais on y rencontre déjà les difficultés essentielles de ce

(¹) Le prince Roland Bonaparte, membre de la Commission française d'aérostation, a bien voulu se charger des dépenses relatives à cette première ascension.

genre de question; c'est donc en étudiant à fond les lignes géodésiques qu'on peut le mieux se familiariser avec ces difficultés et apprendre à en triompher. C'est là une des raisons qui ont décidé l'Académie à mettre cette étude au concours, il y a peu de temps.

» Le prix a été décerné à M. Hadamard. Le même auteur revient aujourd'hui à ce même problème.

» Il se restreint aux surfaces dont la courbure est partout négative. Cette circonstance l'affranchit de difficultés sans nombre qu'il aurait rencontrées avec une surface quelconque ou avec une surface convexe. Il peut ainsi arriver à des résultats complets qui sont exposés dans le travail soumis au jugement de l'Académie.

» Par deux points de la surface on peut mener une infinité de géodésiques; mais ces géodésiques appartiennent à des *types* différents, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas équivalentes au point de vue de l'*Analysis situs*. Mais deux points peuvent toujours être joints par une géodésique appartenant à un *type* donné et ne peuvent l'être que par une seule.

» Les géodésiques se partagent en trois catégories :

» 1° Les géodésiques fermées, et les géodésiques asymptotiques à une géodésique fermée;

» 2° Les géodésiques qui s'éloignent indéfiniment;

» 3° Les géodésiques qui restent à distance finie, se rapprochent d'abord beaucoup d'une géodésique fermée, s'en éloignent ensuite pour se rapprocher beaucoup plus encore d'une autre géodésique fermée et ainsi de suite.

» La distribution des géodésiques qui passent par un point donné présente des particularités fort curieuses.

» Les géodésiques de la première et de la troisième catégorie forment un ensemble qui est *parfait*, mais qui n'est *condensé nulle part*. La *frontière* de l'ensemble formé par les géodésiques de la deuxième catégorie, se compose d'ailleurs d'une infinité de géodésiques de la première catégorie.

» Il résulte de là, par exemple que, si par un point donné on fait passer un faisceau de géodésiques, quelque délié que soit ce faisceau et quelle que soit sa position, il contiendra toujours des géodésiques allant à l'infini.

» Le problème peut donc être regardé comme entièrement résolu. L'importance du résultat peut être mis en évidence par les considérations suivantes :

» Quand on abordera le problème de la stabilité du système solaire d'une façon rigoureusement mathématique, on se trouvera en présence de

questions tout à fait analogues; les trajectoires seront assimilables aux géodésiques, puisque ce sont, comme elles, des courbes susceptibles d'être définies par les équations du calcul des variations. On aura à envisager des familles de trajectoires, définies de diverses manières et à étudier ces familles au point de vue de la théorie des ensembles.

» L'analogie des deux questions est donc complète; sans doute celle qui a été résolue par M. Hadamard est beaucoup plus facile, mais le résultat obtenu prépare la solution du problème plus compliqué que la Mécanique céleste nous pose.

» Nous estimons, en conséquence, qu'il y a lieu de remercier l'auteur de sa Communication et de le féliciter de l'heureux succès de ses efforts, et nous vous proposerions sans hésiter d'insérer son travail dans les *Mémoires des Savants étrangers* s'il ne le destinait à un autre recueil. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Aug. Morisse** adresse un nouveau Mémoire relatif à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° L'Album de Statistique graphique de 1895-1896, dressé par le Ministère des Travaux publics, sous la direction de M. *Cheysson*. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

2° Le « Cours de Physique, à l'usage des candidats aux Écoles spéciales »; par MM. *James Chappuis* et *E. Berget*. (Présenté par M. Lippmann.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine (1897 oct. 16) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. Bigourdan. (Communiqué par M. Lœwy.)

Dates. 1897.	Etoiles de compar.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Octobre 18....	*a* 219 BD + 69°	8,5	—0.59,68	+3.49,0	8:8
18....	*b* Anonyme	9	+0.44,05	+8.23,2	8:8
18....	*c* »	9,5	—1.18,99	+6.19,3	8:8
19....	*d* »	10,5	—1.26,76	—4.35,9	8:8
21....	*e* »	»	—0.28,98	—1.32,7	4:4
21....	*e* »	»	—0.40,58	—0. 7,0	4:4
22....	*f* 113 BD + 75°	8,5	—0.30,58	+4.35,8	4:4
22....	*g* 114 BD + 75°	9	—0.49,72	+4.49,0	4:4
23....	*h* Anonyme	9	—0.45,88	+7.48,5	8:8
24....	*i* 80 BD + 77°	9,0	+1. 1,80	+4.11,0	8:8
24....	*k* 79 BD + 77°	7	+1. 2,15	+0.38,9	8:8

Positions des étoiles.

Dates. 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 18.	*a*	3.27.14,08	+8,91	+69.10.31,7	+12,6	Rapportée à A.
18.	*b*	3.24.44,12	+8,92	+69.15. 3,7	+13,0	» B.
18.	*c*	3.26.46,51	+8,94	+69.17. 1,7	+12,7	» B.
19.	*d*	3.20. 3,56	+9,37	+70.49.59,0	+13,6	» C.
21.	*e*	2.59.27,16	+10,35	+73.45. 3,1	+16,3	» D.
22.	*f*	2.44.58,72	+10,75	+75.13.52,6	+18,5	Arg. $Œ_1$ (3196).
22.	*g*	2.45.16,47	+10,75	+75.13.58,7	+18,5	Arg. $Œ_1$ (3199).
23.	*h*	2.31.18,93	+11,25	+76.22.42,7	+20,2	Rapportée à E.
24.	*i*	2.10.34,55	+11,60	+77.42.48,8	+22,9	Arg. $Œ_1$ (2523).
24.	*k*	2.10.27,46	+11,64	+77.46.53,1	+22,9	» (2520-21).
	A	3.28.22,66	»	+69. 9.51,4	»	Bonn, t. VI.
	B	3.29.54,47	»	+69.22.30,1	»	A. G. Christiania.
	C	3.12.35,04	»	+70.54.30,1	»	A. G. Dorpat.
	D	3. 1.33,18	»	+73.48.21,4	»	Arg. $Œ_1$ (3426).
	E	2.23.24,52	»	+76.15.51,6	»	» (2778).

» Avec l'équatorial on a obtenu :

Dates.		ΔR.	ΔD.	Nombre de comparaisons.
1897. Oct. 18.....	a — A	$-1^m 8^s,58$	$+0'39'',3$	6.7
18.....	b — B	−5.10,35	−7.26,4	8.8
18.....	c — B	−3. 7,96	−5.28,4	8.8
19.....	d — C	+7.28,52	−4.31,1	5.4
21.....	e — D	−2. 6,02	−3.18,3	4.4
23.....	h — E	+7.54,41	+6.51,1	6.7

Positions apparentes de la comète.

Dates.	T. moy. de Paris.	R app.	log. f. p.	Décl. app.	log. f. p.	Étoile.
1897. Oct. 18..	$7^h 49^m 41^s$	$3^h 26^m 23^s,31$	0,040n	$+69°14'33'',3$	0,307	a
18..	10.27.11	3.25.37,09	$\bar{1}$,908n	+69.23.39,9	0,145n	b
18..	10.26.20	3.25.36,46	$\bar{1}$,909n	+69.23.33,7	0,141n	c
19..	7.55. 0	3.18.45,17	0,069n	+70.45.36,7	0,162	d
21..	7.45.44	2.59. 8,53	0,133n	+73.43.46,7	$\bar{1}$,831	e
21..	8. 8.53	2.58.56,93	0,121n	+73.45.12,4	$\bar{1}$,093	e
22..	10.30.47	2.44.38,89	$\bar{1}$,909n	+75.18.46,9	0,494n	f
22..	10.35.57	2.44.37,50	$\bar{1}$,892n	+75.19. 6,2	0,503n	g
23..	7.48. 1	2.30.44,30	0,190n	+76.30.51,4	$\bar{1}$,749n	h
24..	7.53.30	2.11.47,95	0,207n	+77.47.22,7	0,131n	i
24..	8. 0.40	2.11.41,25	0,199n	+77.47.54,9	0,179n	k

Remarques.

Dates 1897.	Temps sidéral de Paris.	
Oct. 18...	$21^h 45^m$	La comète ressemble à une nébuleuse de la classe I-II. Elle a une tête ronde, d'environ 12″ de diamètre, et dans laquelle on entrevoit, par instants, un petit point stellaire. La queue, rectiligne et peu étalée, a 1′ de long et est relativement assez brillante au voisinage du noyau, de sorte que celui-ci ne ressort pas nettement.
19...	21.55	La tête a 12″ environ de diamètre et l'on y entrevoit un petit noyau. La queue est longue de 1′,5.
21...	21.55	La tête est arrondie et s'aperçoit sur une étendue de 30″ en diamètre; elle présente une condensation stellaire qui s'entrevoit assez bien. La queue, droite et assez large, est plus brillante suivant son axe longitudinal et s'entrevoit jusqu'à 2′ environ du noyau.
23...	22.4	La comète est une nébulosité assez diffuse dans laquelle la tête ne ressort pas aussi bien que les jours précédents; la queue est

Dates 1897.	Temps sidéral de Paris.	
		diffuse, plus étalée et paraît, par rapport au noyau, plus lumineuse que précédemment.
Oct. 24...	h m 22.12	La tête se distingue beaucoup moins nettement que lors des premières mesures; la queue, plus lumineuse, a 1′,8 de long et son axe longitudinal, plus brillant, forme une sorte d'arête. Dans la tête il y a au moins deux points stellaires, dont l'un s'aperçoit assez bien.
25...	22.37	La tête, d'aspect granuleux, présente un point stellaire près duquel on en soupçonne un ou deux autres; elle se distingue assez difficilement de la queue; l'éclat de celle-ci, assez grand au voisinage du noyau, décroît graduellement jusqu'à son extrémité; l'arête médiane s'aperçoit moins bien que le 24.

» Comme on voit par les remarques précédentes, la tête s'efface graduellement; quant à l'éclat général, il a paru à peu près invariable, et la comète s'entrevoit assez facilement dans une lunette de quatre pouces (chercheur). Les mesures, faites par angle de position et distance (p et d), avec de gros fils sur champ noir, se rapportent toutes à la tête; mais, comme celle-ci ressort de moins en moins, le point visé doit s'éloigner graduellement de cette tête (extrémité boréale de la comète) et cela doit donner naissance, dans les mesures, à des erreurs systématiques. D'ailleurs les deux coordonnées (p et d) ne se mesurent pas avec la même précision; par exemple, lorsque la direction de la queue passait à peu près par l'étoile de comparaison, p se mesurait assez bien, tandis que d était plus incertain.

» Quant à la direction de la queue, elle a changé considérablement, comme le montre le Tableau suivant, dans lequel nous reproduisons la valeur estimée de la longueur de la queue : il est à peine utile de rappeler combien ces estimations doivent être influencées par la pureté plus ou moins grande de l'atmosphère et par la hauteur de la comète.

		Queue.		
Dates.	Temps sidéral de Paris.	Direction.	Longueur estimée.	État du ciel.
	h m	°	′	
1897. Oct. 18....	21.49	215,3	1	Beau.
19....	21.55	207,2	1,5	Assez brumeux.
21....	21.51	199,2	2	Id.
23....	22. 7	190,2	»	Beau.
24....	22.10	179,3	1,8	Id.
25....	22.35	179,5	3	Id.
25....	2.31	174,2	3,5	Id.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine (1897 oct. 16) faites à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner de* $0^m,25$); par M. **F. Rossard**, présentée par M. Lœwy.

Dates 1897.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Oct. 19	197 BD *a*	7,6	m s +1.19,64	— 8.39,8	18:20
20	166 BD *b*	8,0	+1.44,45	— 5.40,0	18:20
20	164 BD *c*	8,7	+2.11,53	—11.51,8	18:20
21	168 BD *d*	5,2	—2.18,34	—11.36,8	18:20
22	110 BD *e*	8,5	—3.45,17	— 8.33,6	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Oct. 19..	*a*	h m s 3.14.54,72	s 9,52	° ′ ″ 71.19. 0,7	″ +14,2	¼ (Groombridge 643 + OEltzen nord 3662 + Radcliffe 927 + Bruxelles 1259.
20..	*b*	3. 7.28,04	9,88	72.24.48,1	+15,3	OEtzen nord 3539.
20..	*c*	3. 7. 0,46	9,92	72.30.56,9	+15,3	Bonn, t. VI, 164.
21..	*d*	3. 0.45,94	10,49	74. 0. 8,8	+16,3	Greenwich 462.
22..	*e*	2.44.16,46	11.16	75.48.19,5	+18,4	OEltzen nord 3185.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1897.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Oct. 19	h m s 14.28.10	h m s 3.16.23,88	$\bar{1}$,582	+71°.10′.35″,1	0,592
20	8.49.29	3. 9.22,37	$0,108_n$	+72.19.23,5	$\bar{1}$,841
20	8.49.29	3. 9.21,91	$0,108_n$	+72.19.20,4	$\bar{1}$,841
21	8.41.43	2.58.38,09	$0,140_n$	+73.48.48,3	0,524
22	16.45.57	2.40.42,45	0,191	+75.40. 4,3	0,110

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des quadriques.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« Soient A un réseau d'une quadrique, R, S les foyers d'une congruence harmonique à A. Par la droite RS menons le second plan tangent à la quadrique, soit B son point de contact. La droite AB, étant polaire réciproque de RS, décrit une congruence dont les développables correspondent à celles de RS et, par suite, aux courbes du réseau A. La congruence AB est conjuguée au réseau A; d'après un théorème de Ribaucour, elle découpe en B un réseau conjugué: les tangentes à ce réseau seront BR et BS; autrement dit le réseau B est harmonique à la congruence RS.

» Supposons, maintenant, que A soit un réseau cyclique; on pourra choisir pour congruence harmonique RS une congruence de normales; B sera alors aussi un réseau cyclique; comme il y a ∞^1 séries de congruences O parallèles harmoniques à A et, par suite, un système ∞^2 de ces congruences, on peut énoncer le résultat suivant :

» *Si l'on connaît une surface applicable sur une quadrique, on pourra en déduire de nouvelles surfaces applicables dépendant de deux constantes arbitraires.*

» C'est l'extension aux quadriques de la transformation Bianchi-Ribaucour pour les surfaces à courbure totale constante.

» Prenons maintenant une quadrique de révolution :

$$x^2 + y^2 + mz^2 = 1.$$

» Soit $A(xyz)$ un réseau de cette quadrique; posons

$$x_1 = x, \qquad x_2 = y, \qquad x_3 = z, \qquad x_4 = \sqrt{m-1}\, z,$$

de sorte que

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 1.$$

» Le point $\mathcal{A}(x_1 x_2 x_3 x_4)$ de l'espace à quatre dimensions décrira un réseau O. Donc :

» *Tout réseau d'une quadrique de révolution est* 2O.

» Si l'on connaît une déformée de cette quadrique, on aura un réseau 2O et C et, par suite, des surfaces isothermiques (voir ma première Note).

On a ainsi un *premier système* de surfaces isothermiques qui se rattache à la déformation des quadriques de révolution.

» Il existe en outre, pour toutes les quadriques possibles, un *deuxième système* de surfaces isothermiques, se rattachant à la déformation des quadriques; ce système coïncide dans le cas du paraboloïde avec celui que M. Thybaut a découvert [*Sur la déformation du paraboloïde* (*Annales de l'École Normale*)].

» Prenons, en effet, la quadrique dont l'équation est

$$x^2 + py^2 + qz^2 = 1.$$

» Soit $A(xyz)$ un réseau de cette quadrique; posons

$$x_1 = x, \qquad x_2 = y, \qquad x_3 = z, \qquad x_4 = \sqrt{p-1}\,y, \qquad x_5 = \sqrt{q-1}\,z,$$

de telle sorte que

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 = 1.$$

» Le point $A(x_1 x_2 x_3 x_4 x_5)$ de l'espace à cinq dimensions décrit un réseau O. Donc :

» *Tout réseau d'une quadrique est* 3O.

» Supposons maintenant que A soit un réseau cyclique; il sera applicable sur un réseau $B(y_1 y_2 y_3)$. Posons

$$y_4 = x_4, \qquad y_5 = x_5.$$

» Le point $B(y_1 y_2 y_3 y_4 y_5)$ de l'espace à cinq dimensions décrira aussi un réseau O; donc B est 3O. Parmi les congruences harmoniques à B, il y a deux séries cycliques correspondant à la solution

$$\theta = y_4 \pm i y_5 = \sqrt{p-1}\,y \pm i\sqrt{q-1}\,z.$$

» Les plans $\theta = \text{const.}$ sont des plans de section circulaire de la quadrique; ces congruences harmoniques à B, correspondant aux sections de A par un plan fixe, seront des congruences 2O. Elles sont donc 2O et C, et, par suite, on peut énoncer le résultat suivant :

» *Soit* Q *une quadrique,* Π *un plan de section circulaire,* E *une surface applicable sur la quadrique; le plan tangent en un point quelconque* A *de* Q *rencontre le plan* Π *suivant une droite* G; *si l'on applique* Q *sur* E *en entraînant le plan tangent en* A, *la droite* G *vient en* G'; *ces droites* G' *décrivent une congruence* C *et* 2O *et par suite les deux séries de réseau* O *conjugués à* G' *sont des réseaux* I.

» On en déduit facilement le résultat suivant :

» *Soit* L *une génératrice isotrope d'une quadrique* Q, M *le point où* L *rencontre le plan tangent en* A; *si l'on déforme la quadrique en entraînant le plan tangent en* A, M *vient en* M'; *les lignes de courbure de la surface décrite par* M' *forment un réseau* I. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes complètement orthogonaux dans l'espace à n dimensions et sur la réduction des systèmes différentiels les plus généraux.* Note de M. **Jules Drach**, présentée par M. Darboux.

« Je présente ici, sur le conseil de M. Darboux, les résultats essentiels d'un travail relatif aux systèmes $\frac{n(n-1)}{2}$ fois orthogonaux dans l'espace à n dimensions et à la réduction des systèmes différentiels généraux.

» I. Le point de départ de ces recherches a été la remarque *immédiate* suivante : Soit un système complètement intégrable quelconque d'équations aux dérivées partielles S; les solutions $z_1 + \varepsilon\zeta_1, \ldots, z_p + \varepsilon\zeta_p$ *voisines d'une solution particulière quelconque* $z_1, \ldots, z_p$, sont définies par un nouveau système complètement intégrable, *linéaire*, Σ, que M. Darboux appelle le *système auxiliaire*. Si la solution $z_1, \ldots, z_p$ est de *situation générale*, la solution la plus générale de Σ a, au point de vue de Cauchy, le même degré de généralité que la solution générale de S.

» Considérons dans l'espace à n dimensions les systèmes voisins du système orthogonal formé par n familles de plans; on peut les déterminer immédiatement et l'on reconnaît qu'*ils dépendent de* $\frac{n(n-1)}{2}$ *fonctions arbitraires de deux variables et de n fonctions arbitraires d'une variable*, ces dernières n'étant pas essentielles dans la solution géométrique. *Si le système formé par n familles de plans est un système orthogonal de situation générale*, les systèmes complètement orthogonaux dans l'espace à n dimensions dépendront de $\frac{n(n-1)}{2}$ fonctions arbitraires de deux variables.

» Malheureusement, pour établir rigoureusement la proposition énoncée, il faut faire des raisonnements qui équivalent à une détermination directe du degré de généralité de la solution générale du système

$$(1)\qquad \mathrm{S}\frac{\partial y_\lambda}{\partial x_i}\frac{\partial y_\lambda}{\partial x_k} = 0 \qquad (i \neq k).$$

» II. Nous avons été amené ainsi à reprendre les travaux qui permet-

tent de traiter cette dernière question, plus particulièrement un Mémoire de M. Delassus ([1]). Tout en conservant dans ses grandes lignes la marche suivie par ce géomètre, nous avons pu, en un certain nombre de points, abréger son exposition, sans nuire en rien, nous l'espérons, à la clarté.

» Signalons le procédé suivant qui ramène immédiatement les systèmes à plusieurs fonctions inconnues aux systèmes à une seule inconnue : on pose $Z = u_1 z_1 + \ldots + u_p z_p$, les z désignant les diverses fonctions inconnues et les u de *nouvelles variables ;* on remplace dans les équations du système z_i par $\frac{\partial Z}{\partial u_i}$ et l'on ajoute les équations $\frac{\partial^2 Z}{\partial u_i \partial u_k} = 0$.

» Si l'on observe que tout système peut être ramené au premier ordre en augmentant le nombre des fonctions inconnues, on peut en conclure que *tout système se ramène à un système du second ordre à une seule fonction inconnue en augmentant le nombre des variables.*

» Ce théorème est capital pour l'étude des transcendantes qui vérifient des équations aux dérivées partielles. Il partage ces transcendantes en deux classes suivant qu'elles sont ou non liées à leurs dérivées premières par une équation au moins ([2]). Nous avons donné dans un autre travail une classification de toutes les transcendantes de la première classe qui s'étend aussi aux transcendantes de la seconde classe que l'on peut ramener à la première en augmentant le nombre des variables. Il ne restera donc à étudier que les transcendantes *essentielles* du second ordre, sur lesquelles rien n'a été fait jusqu'à présent. Nous y reviendrons prochainement.

» III. L'application des méthodes générales au système (1) se fait sans difficulté. Le système (1) permet de calculer toutes les dérivées $\frac{\partial y_i}{\partial x_k}$ où i est inférieur à k, en fonction des autres; en dérivant ces équations, on a une fois seulement toutes les dérivées du second ordre, sauf les dérivées $\frac{\partial^2 y_i}{\partial x_i^2}, \frac{\partial^2 y_i}{\partial x_i \partial x_h}, \frac{\partial^2 y_i}{\partial x_h^2}$ où i est égal ou supérieur à h. On peut prendre arbitrairement les fonctions de deux variables auxquelles se réduisent les dérivées $\frac{\partial y_i}{\partial x_k}$ où i est supérieur à k, quand x_i et x_k varient seuls et les fonctions d'une seule variable auxquelles se réduisent les $\frac{\partial y_i}{\partial x_i}$ quand x_i varie seul. La solution ainsi définie est générale.

([1]) *Annales de l'École Normale supérieure*, 1896.

([2]) *Rationnelle* par rapport à tous les éléments qui y figurent.

» IV. Il résulte de là qu'une surface arbitraire, qui dépend d'une fonction arbitraire de $(n-1)$ variables, ne peut faire partie d'un système complètement orthogonal que pour $n=3$.

» Nous avons cherché à étendre au cas de n variables la méthode de M. Maurice Lévy, qui permet de former les équations que doit vérifier la coordonnée y_1, regardée comme fonction des coordonnées $y_2, \ldots, y_n$ et du paramètre x_1, pour que la famille de surfaces

$$x_1 = \text{const.} = \varphi(y_1, y_2, \ldots, y_n)$$

fasse partie d'un système complètement orthogonal. On trouve ainsi $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ équations du troisième ordre, qui sont *en général* nécessaires et suffisantes et qui sont les analogues de l'équation obtenue dans le cas de trois variables.

» V. M. Darboux, à qui nous avons communiqué nos résultats, a bien voulu nous adresser les bonnes feuilles d'un Ouvrage (¹), où il étudie plus en détail ces dernières questions. Il y démontre en particulier que le paramètre x_1 considéré comme fonction des variables $y_1, y_2, \ldots, y_n$ satisfait à deux groupes d'équations du troisième ordre : les unes en nombre $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ étant les analogues de celle que l'on connaît pour le troisième ordre, les autres en nombre

$$\frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{6}$$

exprimant des propriétés de chacune des surfaces de la famille. Ce résultat n'est contradictoire qu'en apparence avec celui signalé plus haut. On peut établir en effet que, *sauf des cas singuliers*, les équations du premier groupe sont suffisantes, c'est-à-dire permettent de remonter aux équations (1). Les équations du second groupe sont simplement les conditions d'intégrabilité des équations du premier groupe.

» Les cas singuliers sont ceux où les racines de l'équation en λ qui détermine en chaque point de la surface les $(n-1)$ directions principales ne sont pas distinctes. Un autre cas à exclure est celui où tous les éléments μ de M. Darboux (²) sont nuls; ce dernier cas se présente en parti-

---

(¹) *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*. Gauthier-Villars, 1898.

(²) Chapitre VI, p. 125.

culier lorsqu'on cherche toutes les familles de surfaces *parallèles* qui peuvent faire partie d'un système complètement orthogonal. Nous reviendrons ultérieurement, si l'Académie nous le permet, sur l'examen de ces cas singuliers. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de Weingarten;* par M. **A. Pellet.**

« Soient $A^2dt^2 + B^2du^2$ le carré de l'élément linéaire d'une surface de Weingarten, $\mathcal{A}^2dt^2 + \mathcal{B}^2du^2$ le carré de l'élément linéaire de sa représentation sphérique, R et R_1 les rayons de courbure principaux; A, B, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, R, R_1 sont fonctions d'un même paramètre ν, et l'on a

$$\frac{A'}{B} = \frac{\mathcal{A}'}{\mathcal{B}} = \lambda, \qquad \frac{B'}{A} = \frac{\mathcal{B}'}{\mathcal{A}} = \mu, \qquad R = \frac{A}{\mathcal{A}}, \qquad R_1 = \frac{B}{\mathcal{B}};$$

$$(1) \qquad \mathcal{A}\mathcal{B} = -\frac{\partial}{\partial u}\lambda\nu'_u - \frac{\partial}{\partial t}\mu\nu'_t.$$

» Supposons que la surface ne soit pas à courbure totale constante. Les courbes le long desquelles la courbure totale de la surface ne varie pas ne sont autres que les courbes correspondant à une même valeur de ν. Pour que la surface soit applicable sur une surface de révolution, il faut d'abord que ces courbes soient parallèles; mais cette condition nécessaire est aussi suffisante. En effet, elle se traduit par l'équation

$$(2) \qquad A^2\nu'^2_u + B^2\nu'^2_t = \text{fonction de } \nu.$$

» Or, les dérivées premières de l'équation (1) et les dérivées premières et secondes de l'équation (2) donnent sept équations nouvelles, entre les neuf dérivées premières, secondes et troisièmes de la fonction ν; ces dérivées sont donc des fonctions de ν, ce qui exige que ν soit de la forme

$$\nu = \varphi(mt + nu),$$

m et *n* étant des constantes. Si l'on rapporte la surface aux trois axes rectangulaires formés par la normale et les tangentes aux lignes de courbure en un point [voir mon Mémoire *Sur la théorie des surfaces et des courbes* (*Annales de l'École Normale*, 1897)], les coefficients de son équation ne dépendent de *t* et de *u* que par la fonction ν; il en est de même des équations de la courbe (ν) qui passe par ce point. Les courbes (ν) sont donc des hélices et la surface un hélicoïde. Les lignes de courbure sont coupées

par chaque courbe (v) sous un même angle, variable avec v. Les surfaces W jouissant de cette propriété sont des hélicoïdes; en effet, la tangente de cet angle est égale à $-\frac{A\nu'_u}{B\nu'_t}$; si cet angle est une fonction de v, l'équation (1) subsistant, il faut que ν soit de la forme $\varphi(mt+nu)$. [Voir le Mémoire de M. L. Raffy (*Bulletin de la Société mathématique*, 1897, n°s 6 et 7).] »

RADIOGRAPHIE. — *Sur un nouveau procédé pour obtenir l'instantanéité en radiographie.* Note de M. GASTON SÉGUY, présentée par M. Lippmann.

« Voici comment j'ai procédé, sur les indications du Dr Max Lévy, de Berlin.

» J'ai pris une plaque de verre très mince que j'ai enduite, des deux côtés, d'une couche de gélatino-bromure d'argent, puis j'ai laissé sécher cette émulsion.

» D'autre part, j'ai préparé sur toile deux écrans souples au calcium violet, de M. Becquerel, en suspens dans du celluloïd.

» Aussitôt ces écrans séchés, je les ai appliqués sur chacun des côtés de ma plaque à double émulsion, puis j'ai placé le tout dans un châssis exerçant une pression sur les surfaces à l'aide de deux feuilles de carton.

» Ensuite, j'ai procédé comme à l'ordinaire, en disposant un thorax avec mon transformateur de $0^m,15$. J'ai posé une demi-minute; puis j'ai développé, et obtenu un thorax de la plus complète netteté.

» Avec ce dispositif, on peut obtenir des radiographies instantanées, ce qui est utile dans le cas d'un sujet qui ne serait pas immobile. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle ampoule bianodique à phosphorescence rouge.* Note de MM. GASTON SÉGUY et ÉMILE GUNDELAG, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons préparé le verre de ces ampoules en incorporant à du verre incolore, transparent, et non fluorescent, de l'albumine en poudre et du carbonate de chaux, ou, mieux encore, du chlorure de didyme. Le verre ainsi préparé a les propriétés suivantes :

» 1° La fluorescence est rouge, et non plus verte.

» 2° Il émet deux fois plus de rayons X que les verres ordinaires.

» 3° La fluorescence qu'il excite sur l'écran est plus brillante, et d'un vert jaune mêlé de rouge.

» Nous avons constaté, sur trois sujets daltoniens, que cette fluorescence est visible même aux personnes qui ne perçoivent pas le vert. »

CHIMIE. — *Recherches sur les solutions salines : chlorure de lithium.* Note de M. **Georges Lemoine.**

« J'ai cherché à apporter au problème de la constitution des solutions salines de nouvelles données en étudiant certaines solutions qui peuvent présenter un intérêt particulier.

» Le chlorure de lithium a l'avantage d'être extrêmement soluble : il est très stable : son poids moléculaire est très petit ($Li = 7$). On sait qu'il se dissout non seulement dans l'eau, mais encore dans les alcools méthylique, éthylique, etc. J'ai déterminé pour ces différentes solutions la *chaleur de dilution*, la densité et, lorsqu'on ne les connaissait pas, la solubilité et la chaleur de dissolution. Les mesures calorimétriques ont été faites par les méthodes de M. Berthelot. Les teneurs de sel indiquées résultent de dosages de chlore faits par pesées à l'état de chlorure d'argent. Le chlorure de lithium employé avait été purifié par l'alcool.

» *Chlorure de lithium et eau.* — On connaît un hydrate $LiCl, 2H^2O$ (M. Troost). Le sel anhydre, en se dissolvant dans un excès d'eau, dégage $8^{Cal},4$ pour LiCl (M. Thomsen). La solubilité a été déterminée par M. Kremers. On peut préparer des solutions contenant jusqu'à environ 13 LiCl par litre.

» J'ai déterminé les poids spécifiques à 0° :

Poids de sel pour 100^{gr} de solution	4,26	12,18	22,2	32,5	41,4	43,2
Poids spécifique à 0°	1,026	1,073	1,133	1,203	1,267	1,282

» Il est difficile de représenter ces données expérimentales par une courbe sans inflexion telle qu'une parabole : elles se rapprochent davantage d'un groupe de deux droites. Il semble donc y avoir une modification dans la constitution de la dissolution depuis 13 LiCl jusque vers 6 LiCl par litre, soit depuis ($LiCl, 3H^2O$) jusque vers ($LiCl, 8H^2O$).

» Les chaleurs de dilution ont été mesurées vers 10° :

Molécules LiCl par litre	12	9	6	3	1	0,5
Molécules H^2O pour LiCl	3,34	4,9	8,3	17,0	53,1	116
Quantités de chaleur de dilution à partir de ($12LiCl = 1^{lit}$)	0	1,3	2,2	2,8	3,1	$3^{Cal},2$
D'où chaleurs de dissolution en admettant $8^{Cal},4$ pour un excès d'eau	5,2	6,5	7,4	8,0	8,3	$8^{Cal},4$

» Il semble que les chaleurs de dilution croissent régulièrement avec la quantité d'eau. Au delà de ($LiCl + 116H^2O$) il n'y a plus de chaleur dégagée.

» Vers 20°, les résultats sont presque les mêmes.

» *Chlorure de lithium et alcool méthylique* (provenant de l'oxalate de méthyle et distillé sur la baryte). — On a décrit $2LiCl, 3CH^4O$ (M. Simon). D'après mes déterminations, le sel anhydre, en se dissolvant dans un excès d'alcool, dégage $10^{Cal},9$ pour LiCl. J'ai mesuré la solubilité et le poids spécifique :

Température	1°,0	23°,0	50°
Rapport du poids du sel au poids de solution saturée	0,26?	0,27	0,30
Poids de sel pour 100^{gr} de dissolution	5,2	14,5	22,1
Poids spécifique à 21°,5	0,836	0,910	0,974
Poids spécifique à 0°	0,854	0,926	0,988

» Les chaleurs de dilution ont été mesurées vers 18° : au delà de ($LiCl + 48CH^4O$), il n'y a plus sensiblement de chaleur dégagée.

Molécules LiCl par litre	5	3	1	0,5
Molécules de CH^4O pour LiCl	4,7	7,9	24	48
Quantités de chaleur de dilution à partir de ($5LiCl = 1^{lit}$)	0	1,5	2,6	$3^{Cal},0$
D'où chaleurs de dissolution avec $10^{Cal},9$ pour un excès d'alcool	7,9	9,4	10,5	$10^{Cal},9$

» *Chlorure de lithium et alcool éthylique* (rendu anhydre par distillation sur la baryte). — On a décrit $LiCl, 2C^2H^6O$ (M. Simon) : mes analyses donnent la même formule. Le sel anhydre, en se dissolvant dans un excès

d'alcool, dégage $11^{Cal},7$ pour LiCl (M. Pick). J'ai trouvé pour la solubilité :

Température	1°,6	5°,7	13°,0	25°,0	40°,6	62°,6
Rapport du poids de sel au poids de dissolution saturée	0,14	0,14	0,13	0,14	0,15	0,18

» La représentation graphique correspond à peu près à deux droites se coupant vers 30° sous un angle très faible; la plus inclinée se dirige lentement vers la température de fusion (600° environ). La solubilité décroît progressivement de l'eau à l'alcool éthylique, puis à l'alcool amylique, à mesure que le poids moléculaire $C^nH^{2n+2}O$ augmente.

Poids de sel pour 100^{gr} de dissolution	0	5,2	10,1	14,6
Poids spécifique à 14°,2	0,797	0,839	0,871	0,903
Poids spécifique à 0°	0,809	0,851	0,881	»

» Les chaleurs de dilution ont été mesurées entre 8° et 15°; au delà de $(LiCl + 35C^2H^6O)$, il n'y a plus sensiblement de chaleur dégagée :

Molécules LiCl par litre	3	2	1	0,5
Molécules C^2H^6O pour LiCl	5,4	8,3	16,9	35
Quantités de chaleur de dilution à partir de $(3LiCl = 1^{lit})$	0	»	2,1	$2^{Cal},6$
D'où chaleurs de dissolution avec $11^{Cal},7$ pour un excès d'alcool	9,1	»	11,2	$11^{Cal},5$

» J'examinerai ultérieurement les conséquences de ces données expérimentales [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sels basiques de magnésium.* Note de M. **Tassilly**, présentée par M. Troost.

« On sait depuis longtemps que, lorsqu'on évapore à sec des solutions de chlorure, de bromure et d'iodure de magnésium, on obtient finalement un mélange d'oxyde avec le sel halogène. La composition du produit définitif dépend des quantités d'eau et d'acide qui se trouvent en présence. En outre, la proportion d'oxyde formé va en croissant du chlorure à l'iodure.

---

[1] M. Caffin m'a prêté dans ces recherches son meilleur concours; je le prie de recevoir tous mes remercîments.

» Il semblerait d'après cela, que les sels de magnésium ont une tendance à donner des sels basiques qui irait en croissant du chlorure à l'iodure. Cependant les oxychlorures de magnésium ont été l'objet de nombreux travaux exécutés par divers savants, alors qu'on n'a encore signalé ni oxybromure, ni oxyiodure.

» J'ai pu réussir à préparer un oxybromure, mais tous mes efforts pour obtenir un oxyiodure ont échoué. Avant de présenter cet oxybromure, je rappellerai en quelques mots les principaux oxychlorures déjà connus :

» Davis (¹), en faisant agir l'ammoniaque sur une solution de chlorure de magnésium, a obtenu $MgCl^2.5MgO.13H^2O$.

» Krause (²), par l'action de la magnésie sur une solution de $MgCl^2$, a pu préparer $MgCl^2.10MgO.18H^2O$.

» Sous l'action de la chaleur ce corps a fourni l'hydrate $MgCl^2.10MgO.14H^2O$.

» Avant eux, Sorel (³) avait constaté que la magnésie fraîchement calcinée, gâchée avec du chlorure de magnésium, donne un corps blanc durcissant à l'air, et Bender (⁴) avait signalé les composés $MgCl^2.5MgO.14H^2O$ et $MgCl^2.9MgO.24H^2O$.

» M. André (⁵) est parvenu plus tard à préparer un oxychlorure à molécules égales répondant à la formule $MgCl^2.MgO.16H^2O$, lequel séché dans le vide donne un nouvel hydrate $MgCl^2.MgO.6H^2O$.

» M. André prépare le premier de ces corps en chauffant 500gr d'eau avec 400gr de chlorure de magnésium cristallisé et 20gr de magnésie calcinée.

» J'ai essayé de préparer un oxybromure en opérant d'une façon analogue; pendant longtemps je n'ai pu réussir en opérant avec de la magnésie hydratée précipitée, même en ayant recours au tube scellé.

» Une remarque de M. Didier (⁶), relative à la préparation d'un azotate basique de magnésium, m'a engagé à employer, comme lui, de la magnésie calcinée à basse température. C'est en me plaçant dans ces conditions que j'ai obtenu un oxybromure.

» Pour le préparer, on chauffe 300gr d'eau contenant 145gr de bromure de magnésium cristallisé, on porte à l'ébullition, on retire du feu, puis on ajoute peu à peu et par petites portions 5gr de magnésie calcinée à basse température. On porte de nouveau sur le feu, la magnésie se dissout peu à peu. Vers la fin de l'opération, on élève

---

(¹) *Chem. News*, t. XXV, p. 258.
(²) *Ann. Chem. und Pharm.*, t. CLXV, p. 38.
(³) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 102.
(⁴) *Jahresb.*, p. 283; 1871.
(⁵) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. III.
(⁶) *Comptes rendus*, avril 1896.

la température à 150°. On filtre sur une toile, dans un entonnoir à filtration chaude, et l'on enferme la solution obtenue dans des flacons bien bouchés.

» Au bout d'une quinzaine de jours l'oxybromure se dépose en petits cristaux aciculaires, groupés en houppes, agissant sur la lumière polarisée et présentant des extinctions longitudinales. Les rendements sont extrêmement faibles.

» La composition de ce corps paraît répondre à la formule $MgBr^2.3MgO.12H^2O$. Le brome a été dosé à l'état de bromure d'argent et le magnésium à l'état de sulfate.

» A 120°, dans un courant d'air sec et privé de gaz carbonique, ce corps perd de l'eau et donne l'hydrate $MgBr^2.3MgO.6H^2O$.

» Ces oxybromures sont altérables à l'air, avec fixation de gaz carbonique. L'eau et l'alcool les décomposent, de même que la plupart des réactifs.

» En me plaçant dans les mêmes conditions que pour l'oxybromure, je n'ai pu obtenir d'oxyiodure. L'iodure de magnésium en solution aqueuse dissout bien une certaine proportion de magnésie, mais la solution ainsi obtenue se décompose, avec mise en liberté d'iode, si on l'abandonne à la cristallisation spontanée dans un vase même hermétiquement clos et à l'abri de la lumière. Cela tient à l'instabilité de l'iodure de magnésium en présence de l'eau. Si, d'autre part, on veut hâter la cristallisation, soit en rendant l'évaporation plus active au moyen de l'acide sulfurique, soit en opérant dans le vide, la solution se prend brusquement en masse et les cristaux ainsi obtenus sont formés en majeure partie d'iodure de magnésium renfermant soit un oxyiodure, soit de la magnésie. La moindre addition d'eau provoque la disparition de ces cristaux avec production d'un abondant dépôt de magnésie.

» En résumé, les recherches de divers savants sur les oxychlorures de magnésium et les nôtres sur l'oxybromure tendent à établir un rapprochement, en ce qui concerne les sels basiques, entre ce métal et le zinc qui, comme lui, donne des sels ne répondant pas à un type moléculaire défini, comme cela existe pour un certain nombre de métaux, notamment le calcium, le baryum et le cadmium (1). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation et dosage par voie directe du chlore et du brome contenus dans un mélange de sels alcalins.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« Prévenus par nos premières études que, pour arriver à la décomposition totale des bromures alcalins, il fallait un excès de sel de cuivre, nous

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie générale à la Sorbonne.

avons été naturellement amenés à examiner également l'influence de la concentration relative de la solution du sel métallique.

» Ainsi que nous l'avons déjà dit ([1]), il nous a été facile de reconnaître que les dernières traces de brome étaient chassées d'autant plus vite de la liqueur que l'évaporation en avait plus réduit le volume et que, au contraire, l'action est encore incomplète après un temps fort long, même en augmentant la quantité de sel de cuivre, si l'on opère avec une dissolution trop étendue. C'est ce que nous devons, entre autres choses, démontrer aujourd'hui par des déterminations directes.

» Bien entendu, nous avons fait usage du ballon barboteur destiné à charger l'air de vapeur d'eau, et dans les Tableaux où nous relatons brièvement les conditions expérimentales et les résultats obtenus, sous la rubrique *volumes liquides*, nous exprimons, en centimètres cubes, les limites extrêmes entre lesquelles a oscillé le volume de chaque essai.

» Quant à la fin de l'opération, elle nous était indiquée chaque fois par la très minime quantité de brome recueillie dans le condensateur pendant les vingt dernières minutes et aussi par l'absence presque absolue d'odeur à la sortie du tube à dégagement.

» Nous donnons ici le résumé de notre première série de recherches sur les bromures alcalins, en faisant remarquer que les poids de AgBr inscrits sont ceux relatifs au brome resté dans la liqueur mère, chose rationnelle puisqu'il s'agissait de vérifier si la réaction était totale.

	KBr employé.	$CuSO^4 + 5H^2O$ employé.	MnO^4K employé.	Volumes liquides.	Durée d'opération.	AgBr du Br non distillé.
	gr	gr	gr	cc cc	h m	gr
(1)	0,150	4	0,400	180-160	5.00	0,0133
(2)	0,150	2	0,350	70- 65	4.30	0,0070
(3)	0,325	3	0,500	40- 35	1.45	0,0021
(4)	0,400	8	0,800	70- 65	1.45	0,0019
(5)	0,200	6	0,400	40- 35	1.00	0,0001
(6)	0,200	12	0,500	70- 65	1.15	0,0002

» Ainsi, malgré la durée relativement longue des opérations (1) et (2), la quantité de bromure non décomposée dans chacune d'elles a été beaucoup plus forte que dans les autres; et cependant, pour ces dernières, les poids de bromure mis en œuvre étaient notablement supérieurs.

» Sans plus ample discussion, la comparaison des résultats établit donc nettement : 1° l'influence capitale de l'état de concentration de la solution cuprique; 2° que le volume liquide n'est pas par lui-même un obstacle à

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 527.

l'élimination rapide du brome à 100°, mais à la condition de conserver le degré de saturation en sulfate de cuivre.

» Comme on peut le remarquer, nous avons pris des poids de permanganate environ doubles de ceux du bromure, cela dans le but de rendre les opérations aussi comparables que possible, et en ayant soin encore, pour faire entrer également en ligne de compte la concentration relative du permanganate, d'en diminuer ou d'en augmenter un peu la quantité, lorsque le volume liquide était lui-même diminué ou augmenté. Car si l'examen des essais (3), (5) d'une part, et (4), (6) de l'autre, montre que les poids du composé de manganèse n'ont pas l'importance de ceux du sulfate de cuivre employés, on ne doit pas oublier toutefois que la proportion du premier sel n'est cependant pas chose négligeable pour la mise en liberté complète et rapide du brome.

» Ces faits acquis pour les bromures, comment se comportent les chlorures dans les mêmes conditions?

» L'expérience prouve qu'à 100° les chlorures peuvent *parfois aussi* être décomposés, quoique beaucoup plus difficilement, et fournir du chlore.

	$NaCl$ employé.	$CuSO^4 + 5H^2O$ employé.	MnO^4K employé.	Volumes liquides.	Durée d'opération.	$AgCl$ du Cl distillé.
	gr	gr	gr	cc cc	h m	gr
(7)	0,400	10	0,8	40-35	1.15	0,0196
(8)	0,400	6	0,5	40-35	1.15	0,0122
(9)	0,200	6	0,5	40-35	1.15	0,0081
(10)	0,250	16	0,7	100-95	1.20	0,0005
(11)	0,250	16	0,7	100-95	1.30	0,0004
(12)	0,125	8	0,7	50-45	0.30	0,0002

» Cependant des données de ce Tableau ressort de suite un fait intéressant.

» Non seulement la quantité de chlore dégagée décroît si la richesse en cuivre et manganèse de la solution diminue [essais (7) et (8)], ce qui était à prévoir, mais en plus elle décroît jusqu'à devenir sensiblement nulle, comme l'indiquent nettement les résultats des dernières expériences (10), (11), (12), si dans un volume donné du mélange oxydant on ne dissout pas un poids de chlorure supérieur à une proportion déterminée [1].

---

[1] Inversement, si dans l'essai (8) on emploie un poids de NaCl, de 2gr,5 au lieu de 0gr,4 sans rien changer d'autre, la décomposition du sel marin est assez rapide pour que l'on perçoive l'odeur du chlore à tout instant de l'opération.

» Or le mélange employé lors des expériences (10), (11), (12) est le même que celui qui a permis de réaliser la décomposition totale des bromures (5), (6).

» A 100°, dans le mélange oxydant où les bromures sont complètement détruits, la stabilité des chlorures dépend donc simplement du poids de ces chlorures.

» D'après cela, la solution du problème apparaît très nettement. En effet, en nous basant sur les recherches précédentes, c'est-à-dire en dissolvant un poids de sel n'excédant pas $0^{gr},250$ (ou tout au moins ne renfermant pas plus de chlore que n'en comporte $0^{gr},250$ NaCl) dans 100^{cc} d'une solution contenant 15 à 16 pour 100 de $CuSO^4 + 5H^2O$ et 7 à 8 pour 1000 de permanganate, conditions des opérations (5), (6), (10), (11), (12), nous avons pu effectuer la séparation du brome et du chlore, le premier de ces éléments étant seul mis en liberté.

	Valeur en sel d'Ag							
	du NaCl.	du KBr.	$CuSO^4+5H^2O$ employé.	MnO^4K employé.	Volumes liquides.	Durée d'opération.	AgCl trouvé.	AgBr trouvé.
	gr	gr	gr	gr	cc cc	h m		gr
(13)	0,2865	0,204	8	0,4	50- 45	1.20	perdu	0,2036
(14)	0,2865	0,204	8	0,4	55- 45	1.15	0,2867	0,2043
(15)	0,0382	0,408	10	0,8	70- 65	1.20	0,0386	0,4084
(16)	0,5842	0,2081	16	0,7	110-100	1.30	0,5839	0,2079
(17)	0,5872 (1)	0,0208	16	0,7	110- 95	1.25	0,5877	0,0205

» Pour la majeure partie des cas ces indications suffisent; mais, lorsque le bromure n'existe plus qu'en très minime quantité, il y a lieu de modifier le mode opératoire; c'est ce que nous verrons ultérieurement.

» Comme on a dû le remarquer, la durée de l'opération est sensiblement constante, quelles que soient les proportions de bromure; l'expérience nous a appris, en effet, que le temps nécessaire pour la décomposition totale de ce sel ne dépend pas *strictement* de sa quantité et que les dernières traces de brome sont relativement plus longues à éliminer. C'est que la réaction semble limitée par un état d'équilibre entre le brome libre et celui combiné, et ainsi s'expliquerait le ralentissement apparent du phénomène vers la fin de l'opération, la décomposition ne progressant qu'au fur et à mesure que le brome libre est éliminé. »

(1) Ce poids correspond à 0,240 NaCl.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons des acétates métalliques avec la phénylhydrazine*. Note de M. J. **Moitessier**, présentée par M. Friedel.

« La phénylhydrazine forme, avec les acétates des métaux de la série magnésienne, des combinaisons analogues aux chlorures, bromures, iodures et azotates phénylhydraziniques ([1]).

» J'ai préparé les acétates phénylhydraziniques de zinc, de cadmium, de manganèse, de cobalt et de nickel, en chauffant au bain-marie un mélange de phénylhydrazine en solution alcoolique et d'acétate métallique pulvérisé.

» On fait bouillir pendant un quart d'heure environ le mélange disposé dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant; on obtient un liquide limpide qui, après refroidissement, laisse déposer peu à peu la combinaison d'acétate métallique phénylhydrazinique à l'état cristallisé. Les cristaux sont recueillis sur un filtre, lavés à l'alcool froid, essorés et desséchés dans le vide.

» Les acétates métalliques phénylhydraziniques sont solubles dans l'eau, dans l'alcool et dans le chloroforme, surtout à chaud, insolubles dans l'éther. Ils présentent les réactions de la phénylhydrazine et celles du sel qui entre dans leur composition. Ils perdent peu à peu de la phénylhydrazine à 100°; chauffés sur une lame de platine, ils brûlent en laissant un résidu d'oxyde métallique.

» *L'acétate de zinc phénylhydrazinique* $(C^2H^3O)^2Zn.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ se présente sous la forme de tables rhomboïdales épaisses; il est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool à froid, très soluble dans l'alcool à chaud. Il fond vers 135°. Pour la préparation de ce composé, et pour celle du suivant, on fait agir 1 molécule de sel sur 2,5 molécules de phénylhydrazine en solution alcoolique à 15 pour 100.

» *L'acétate de cadmium phénylhydrazinique* $(C^2H^3O^2)^2Cd.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ se dépose, pendant sa préparation, sous la forme de cristaux prismatiques très allongés, formant des amas radiés. Il est fusible vers 121° et se décompose en se boursouflant à quelques degrés au-dessus de cette température.

» *L'acétate de manganèse phénylhydrazinique* $(C^2H^3O^2)^2Mn.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ a été obtenu en faisant agir 1 molécule d'acétate de manganèse sur 4 molécules de phénylhydrazine en solution alcoolique à 30 pour 100. Pour déterminer la précipitation du composé, il faut ajouter au liquide obtenu, après chauffage et refroidissement, quelques cristaux obtenus par l'évaporation d'une petite quantité du liquide. La cristallisation est très lente; elle dure plusieurs jours. On lave les cristaux obtenus avec de l'alcool refroidi à 0°. L'acétate de manganèse phénylhydrazinique cristallise sous la

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1242, 1306, 1529, et t. CXXV, p. 183.

forme de prismes clinorhombiques; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, même à froid. Il fond vers 97° et se décompose en se boursouflant vers 100°.

» *L'acétate de cobalt phénylhydrazinique* $(C^2H^3O^2)^2Co.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ s'obtient en employant de la phénylhydrazine en solution alcoolique à 20 pour 100, en léger excès par rapport à l'acétate de cobalt. Il se dépose lentement sous forme de prismes réunis en amas radiés, de couleur rose violacé, durs et adhérant aux parois du vase. Chauffé lentement sur le bloc de Maquenne, il devient violet foncé vers 110° et se décompose vers 160°; mais si l'on dépose un peu de substance sur le bloc chauffé à 125°, elle fond immédiatement.

» *L'acétate de nickel phénylhydrazinique* $(C^2H^3O^2)^2Ni.3(C^6H^5, Az^2H^3)$ s'obtient dans les mêmes conditions que le composé précédent. Il se dépose sous la forme de cristaux prismatiques bleu verdâtre, adhérant aux parois; ses solutions sont vertes. Il jaunit vers 140° et brunit ensuite jusqu'à 260° sans fondre. On voit, d'après la formule qui précède, que l'acétate de nickel, de même que l'iodure et l'azotate de nickel, forme une combinaison plus riche en phénylhydrazine que les sels correspondants des autres métaux.

» J'ai obtenu des combinaisons de la phénylhydrazine avec des sels métalliques d'autres acides organiques, notamment des homologues de l'acide acétique et de l'acide lactique. J'aurai l'honneur d'envoyer prochainement à l'Académie une Note sur ces composés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Les méthodes de dosage du sucre diabétique.* Note de M. **Frédéric Landolph**. (Extrait.)

« Dans la Note que j'ai présentée à l'Académie au mois de juillet dernier, j'ai montré que le pouvoir réducteur du sucre diabétique est le double de celui du sucre de raisin, d'où l'impossibilité d'obtenir des résultats même approximativement exacts par le procédé de Fehling. Par contre, ce procédé nous sert à déterminer très exactement les *coefficients de réduction*, comme je l'ai indiqué dans le Mémoire présenté à l'Académie le 7 décembre de l'année précédente.

» En examinant les urines diabétiques au polaristrobomètre de Pfister-Streit, en déterminant en même temps les coefficients de réduction et le volume de l'acide carbonique obtenu par la fermentation, je suis arrivé aux résultats suivants :

» 1° Le polaristrobomètre seul indique la quantité réelle de sucre diabétique actif;

» 2° Le coefficient de réduction donne une quantité double et même triple de sucre polaristrobométrique;

» 3° La fermentation décèle une quantité absolument variable de sucre diabétique, selon le temps écoulé entre la fin de la fermentation et la lecture du volume de l'acide carbonique obtenu.... »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Pouvoir optique et pouvoir réducteur de la chair des mouches*. Note de M. **Frédéric Landolph** (Extrait.)

« J'ai été frappé, au Chili, de la quantité innombrable de mouches, surtout pendant les périodes d'épidémies, qui remplissent en petit, sur les détritus de tout genre, l'office des *Jotes* ou corbeaux-aigles de ce pays, ou des vautours des Indes sur les cadavres.

» Mais, vu la rapidité avec laquelle elles font disparaître les matières les plus diverses, les plus putrides et les plus toxiques, j'ai pensé qu'elles doivent disposer d'un ferment actif pour un pareil travail.

» Voici le résultat auquel je suis arrivé :

» Une solution filtrée de chair de mouches, obtenue par trituration avec de l'eau froide, est faiblement laiteuse et opalescente et laisse à l'évaporation un résidu jaunâtre, non cristallin, ayant à peu près le quart du poids total des mouches employées.

» Les solutions ainsi obtenues dévient assez fortement à gauche. Pour 1^{gr} par litre de matière dissoute ou émulsionnée, cette déviation atteint, dans le polaristrobomètre de Pfister-Streit, à peu près $1°,5$.

» Quant au pouvoir réducteur, il est certainement supérieur au pouvoir réducteur du sucre diabétique.

» Le pouvoir réducteur des araignées est également très grand, ce qui fera sans doute l'objet d'une Communication ultérieure. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons* X *sur l'évaporation cutanée*. Note de M. **L. Lecercle**, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« J'ai recherché si les rayons X n'auraient pas une action particulière sur l'évaporation cutanée. J'ai utilisé la méthode qui m'a servi à démontrer que le lapin manifeste une évaporation qui, si elle n'est pas très active, n'en est pas moins mesurable. (*Comptes rendus*, juillet 1896.)

» C'est encore l'évaporation d'une surface cutanée de 39^{cq}, du train postérieur de lapins adultes, que j'ai particulièrement étudiée. La vapeur émise

par cette surface était recueillie et pesée à trois reprises successives : 1° avant l'exposition aux rayons X, 2° immédiatement après, 3° une heure et demie ou deux heures après....

» Ces expériences me conduisent à considérer les rayons X comme imprimant à l'évaporation cutanée du lapin une sorte d'inhibition, qui peut aller jusqu'à la suppression complète, et qui se poursuit longtemps après.

» J'ai également constaté plusieurs fois une diminution de l'évaporation cutanée de la paume de la main, sur un de mes aides et sur moi-même, en l'exposant pendant un quart d'heure aux rayons X. Mais l'action est passagère et l'évaporation revient assez vite à sa valeur primitive. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la fièvre jaune.* Note de M. le Dr **Domingos Freire**, présentée par M. Armand Gautier (1).

« Depuis les Communications que j'ai faites à l'Académie, j'ai poursuivi l'étude de la fièvre jaune dans le but de contrôler la présence de son microbe, le *micrococcus xanthogenicus*, dans le sang et les tissus des malades, et pour essayer en même temps d'éclairer la pathogénie et la prophylaxie de cette maladie.

» Le microcoque amaril se présente sous la forme d'une cellule mesurant 1μ à 2μ, mobile à l'aide de deux ou trois cils vibratiles, découverts dernièrement par le Dr S. Barradas, grâce à leur coloration par le tannate de fer. Tantôt le microbe reste isolé, tantôt il se groupe en chaînes ou grappes. Il présente un point clair central, réfringent, caractéristique. La fuchsine, le violet de méthyle, le bleu de méthyle, le violet gentiane, etc. le colorent facilement. Le microbe amaril est aérobie. Il se cultive dans la gélose peptonisée (à une température de 20° à 38°); il forme des colonies en clou dont la tête s'étale à la surface tandis que la pointe descend le long du trajet de la piqûre. Ces colonies, blanches d'abord, donnent à la longue un pigment jaune ocre et un autre brun ou noir. Les cultures liquides (bouillons Miquel, Loeffler, lait écrémé, etc.) se troublent au bout

(1) Depuis les premières études de M. Domingos Freire sur la pathogénie de la fièvre jaune, M. Gibier (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 499), puis M. Sanarelli (*Institut Pasteur*, t. XI, p. 433 et 673), enfin M. Havelburg (*Ibid.*, p. 515) et le Dr Ferran ont décrit comme agent spécifique de cette maladie des bacilles différents du microbe de M. D. Freire et différents entre eux. La question reste donc encore à l'étude et les résultats publiés par chacun de ces auteurs méritent confirmation.

de quelques jours; il se fait un dépôt blanc, puis noirâtre, au fond des ballons. Le microbe amaril liquéfie la gélatine, formant une cupule arrondie, avec sédiment lourd et brunâtre au fond. Sur l'agar-agar incliné, la croissance se fait à côté de la rayure; les colonies sont blanches, mais en quelques jours elles jaunissent.

» Le même microcoque se développe sur la pomme de terre, en donnant à sa surface des colonies jaune brun, grenues. Il ne détermine pas la fermentation du lactose, à peine celle du glucose. Il se reproduit par spores très résistantes à la chaleur.

» Il jouit de la propriété de s'encapsuler, surtout à la saison d'hiver.

» Cultivé sur plaque ou dans des tubes Esmarch, il donne naissance, la première semaine, à de petites colonies blanches, couleur de lait, rondes, avec bords réguliers, liquéfiant peu à peu la gélatine. Après quinze jours, ces colonies prennent une nuance jaune foncé, avec un noyau central noir, et ressemblent alors à une pustule variolique. A la loupe on voit chaque colonie formée d'un amas granuleux à bords légèrement dentelés. Le microbe amaril résiste à une température supérieure à 60°. Il peut vivre dans l'eau potable; il y forme un dépôt de petits grains. La terre arable se prête également à son développement. Les cultures exhalent une odeur vireuse de leucomaïnes.

» Les cultures de premier passage sont très toxiques; 1^{cc} à 4^{cc} injectés hypodermiquement tuent les cobayes et les lapins. Les passages répétés en diminuent la virulence. Celles de troisième passage, injectées à 5 pour 100 du poids de l'animal, dans le péritoine de cobayes et lapins, les tuent dans l'espace de trois à douze jours, avec fièvre de 40°-41°, amaigrissement rapide, anurie, photophobie, dyspnée, ataxo-adynamie, ictère, quelquefois hémorragies nasales.

» Par trépanation, en suivant la méthode de Pasteur pour la rage, les cultures, même de quatrième et cinquième passage, sont très toxiques; à la dose de quelques gouttes, les animaux succombent au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures, avec des phénomènes bulbaires et des troubles du côté de l'innervation du grand sympathique, rappelant les symptômes de la fièvre jaune. Il y a hyperémie viscérale, surtout des muqueuses de l'estomac et des intestins, qui offrent parfois des érosions, et une suffusion ictérique. Dans l'estomac, on trouve souvent de la matière jaune et noire. Les poumons montrent des foyers congestifs, ainsi que le foie, qui est le siège d'une dégénérescence graisseuse, avec déformation et nécrose des cellules. Les reins sont atteints de la même altération, avec desqua-

mation de l'épithélium des tubuli urinifères. Les méninges sont jaunies et hyperémiées.

» Ainsi que je l'avais déjà annoncé à l'Académie, les cultures atténuées du microcoque xanthogénique reproduisent, chez les animaux et l'homme lui-même, une forme bénigne de la fièvre jaune, capable de leur conférer l'immunité contre une attaque ultérieure de la maladie. Depuis 1883, j'ai inoculé avec ces cultures plus de treize mille personnes, de tous les âges, professions et nationalités; la mortalité n'a été que de 0,4 à 0,6 pour 100, malgré les épidémies violentes auxquelles ces individus, la plupart nouvellement arrivés au Brésil ou non acclimatés, étaient exposés.

» Les inoculations préventives sont pratiquées aujourd'hui dans l'Institut bactériologique de Rio-de-Janeiro, que je dirige. Une Commission a été nommée, sur notre demande, par le Gouvernement, afin de contrôler l'ensemble des résultats acquis. Notre méthode préventive a déjà été recommandée, d'ailleurs, par le Congrès médical international de Washington (1887) et par celui d'Hygiène et Démographie, tenu à Buda-Pesth en 1894 (Section des maladies tropicales). »

ZOOLOGIE. — *Observations sur la circulation des Amphicténiens (Annélides polychètes sédentaires).* Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La circulation des Amphicténiens a été étudiée déjà par Pallas [1], Rathke [2], Claparède [3] et plus récemment par A. Wiren [4]. Les descriptions des trois premiers auteurs nous ayant paru incomplètes et contradictoires, nous avons repris cette étude sur la *Lagis Koreni* Mgr.

» Les vaisseaux de cette espèce étant presque tous contractiles, on peut, sur l'animal vivant, se rendre un compte exact du sens de la circulation.

» Le tube digestif, très hautement différencié, a une largeur presque triple de celle du corps et il est replié deux fois sur lui-même. Cette complication, rare chez les Annélides, entraîne des modifications importantes dans l'appareil circulatoire.

» A la face inférieure du rectum, on remarque deux fins vaisseaux parallèles, qui se

(1) Pallas, *Miscellanea zoologica*, 1778.
(2) Rathke, *Beiträge Z. vergleich. Anat.*, 1842.
(3) Claparède, *Annélides de Naples*, 1868.
(4) Wiren, *Our circulations etc.*, 1885.

jettent dans le vaste sinus engainant l'estomac. A la jonction de l'estomac avec l'œsophage, un gros vaisseau naît de ce sinus et accompagne l'œsophage, puis il s'accole à celui-ci en donnant naissance de nouveau à un court sinus formant un anneau vasculaire De cet anneau vasculaire naît le cœur, gros vaisseau contractile, renfermant un corps cardiaque, et qui donne naissance, à son extrémité, à deux paires de vaisseaux se rendant à angle droit aux branchies. Deux autres vaisseaux naissent encore de cet anneau vasculaire et suivent, l'un la face dorsale, l'autre la face ventrale de l'œsophage. Le premier donne trois ou quatre fins vaisseaux, qui montent verticalement et vont se ramifier dans les téguments dorsaux; puis il donne naissance aux vaisseaux des glandes cémentaires, des tentacules, et des différents organes de la région céphalique. Le deuxième vaisseau œsophagien suit la face ventrale de cet organe et va se jeter dans le vaisseau central, à l'intersection de celui-ci et des vaisseaux efférents de la deuxième paire de branchies.

» Le vaisseau ventral naît, à la partie antérieure du corps, des ramifications céphaliques et s'étend jusqu'à la naissance de la scaphe. Il reçoit d'abord les vaisseaux efférents des deux paires de branchies, puis il donne dans chaque segment une branche transversale (vaisseau ventro-pédieux), qui fournit des ramifications aux parapodes et aux pinnules et va se jeter dans un gros vaisseau longitudinal latéral (vaisseau anastomotique).

» Les ventro-pédieux du premier et du second segment sétigère sont très gros; ils bordent l'entonnoir des deux paires de néphridies postérieures et portent une série d'ampoules contractiles digitiformes. Rathke avait bien vu et figuré ces ampoules; il est étrange que Claparède nie formellement leur existence, car elles sont facilement visibles, même à l'œil nu, quand on dissèque un animal frais ou convenablement fixé.

» A la hauteur du quatrième segment sétigère, de la base du ventro-pédieux droit, naît une branche impaire verticale, allant au sinus péri-intestinal.

» Au sixième segment sétigère, le vaisseau ventral communique avec le sinus stomacal par une grosse anastomose impaire, située dans le plan vertical médian.

» A la naissance de la scaphe, le vaisseau ventral se termine à angle droit par deux branches divergentes, s'anastomosant avec les vaisseaux latéraux anastomotiques et d'où naissent de nombreuses ramifications.

» Ces vaisseaux latéraux naissent directement, par une courbe arrondie, du ventro-pédieux à ampoules contractiles du premier segment sétigère. Ils sont homologues aux vaisseaux anastomotiques des Ampharétiens, mais beaucoup plus développés, contractiles, et ils ne communiquent pas directement avec le vaisseau efférent de la branchie postérieure, ainsi que cela a lieu chez les Térébelliens et les Ampharétiens. A chaque segment, ils communiquent avec le vaisseau ventral par un vaisseau ventro-pédieux et donnent, en outre, à la face dorsale, deux ou trois vaisseaux transversaux tégumentaires, qui vont se ramifier et mourir sur la ligne médiane.

» Le vaisseau médian décrit par Rathke et nié par Claparède n'existe pas, mais il est facile de se rendre compte comment Rathke a été induit en erreur. La couche des muscles longitudinaux étant interrompue sur le milieu de la face dorsale, il en résulte une ligne transparente, à travers laquelle on aperçoit le sang rouge se mouvant dans le sinus intestinal. Au premier abord, il en résulte l'apparence très nette d'un vaisseau médian.

» Le sang se meut *d'arrière en avant* dans le sinus intestinal et dans le cœur. Il revient des branchies par les vaisseaux efférents et se jette dans le vaisseau ventral, où il circule *d'avant en arrière jusqu'au sixième segment sétigère*. Les ventro-pédieux des cinq premiers segments sétigères, et principalement les vaisseaux à ampoules contractiles du premier et du deuxième sétigère, le ramènent aux vaisseaux latéraux anastomotiques, où il circule également *d'avant en arrière;* de là, il est distribué aux parois du corps et aux parapodes, et ramené au vaisseau ventral par les ventro-pédieux et par les anastomoses à la base de la scaphe.

» Le sang circule *d'arrière en avant* dans toute la partie du vaisseau ventral située en arrière du sixième segment sétigère.

» Le vaisseau étant très contractile dans cette région, il est facile de se rendre compte de cette circulation, en apparence anormale. A la hauteur du sixième sétigère, la grosse anastomose médiane ramène le sang du vaisseau ventral au sinus intestinal, fermant ainsi le cycle circulatoire.

» Physiologiquement, seule la portion antérieure du vaisseau ventral est donc l'homologue du vaisseau ventral des autres polychètes.

» La disparition complète des vaisseaux dorso-pédieux, conséquence de la disposition très sinueuse du tube digestif, a entraîné une modification du tube du vaisseau ventral dans sa région postérieure, cette région étant alors la seule voie par laquelle le sang de cette partie du corps puisse revenir au sinus intestinal et de là au cœur.

» Le système circulatoire intestinal ne communique directement avec le vaisseau ventral qu'en trois points : 1° l'anastomose œsophagienne; 2° l'anastomose du ventro-pédieux droit du quatrième sétigère; 3° la grosse anastomose du sixième sétigère. Dans la région anale et dans la région céphalique, il existe, en outre, de faibles communications indirectes par des réseaux capillaires [1].

» Chez le *Siphonostoma diplochaitos* et le *Sternaspis*, la complication du tube digestif entraîne également la disparition des dorso-pédieux et la formation d'anastomoses directes, impaires, entre le vaisseau ventral et le sinus intestinal. Il est regrettable que les auteurs qui ont étudié ces espèces ne nous donnent aucune indication sur le sens du courant sanguin.

» Claparède a nié l'existence de vaisseaux dans les tentacules des Amphicténiens; nous avons déjà réfuté cette erreur étonnante, car ces tentacules contiennent bien un gros vaisseau, aussi nettement visible sur l'animal vivant que sur les coupes. »

---

[1] La communication par l'intermédiaire des branchies est également indirecte.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la différenciation et le développement des éléments libériens.* Note de M. L.-JULES LÉGER, présentée par M. Guignard.

« Quand on suit pendant quelque temps un jeune faisceau procambial dans un organe quelconque, on voit bientôt apparaître vers la périphérie, dans la ou les régions qui deviendront le liber, des éléments qui se distinguent de ceux qui les entourent par l'aspect particulier de leurs parois longitudinales : celles-ci sont épaisses, blanches, réfringentes, et ont un reflet nacré; elles sont bien plus brillantes que celles des éléments parenchymateux; le contour interne de leur section est souvent fort irrégulier; elles sont constituées par la paroi procambiale à laquelle s'est ajouté un revêtement interne plus ou moins épais.

» En considération de cet aspect spécial, j'ai précédemment désigné sous le nom de *différenciation nacrée* cette différenciation libérienne particulière [1].

» Dans les jeunes faisceaux, toutes les cellules criblées sont en même temps des cellules nacrées. En somme, la perforation de la paroi transversale et le revêtement pariétal nacré sont deux formes de la caractérisation des mêmes éléments. A mesure que l'organe avance en âge, la différenciation nacrée devient de moins en moins accusée dans les nouveaux éléments du liber et, chez l'adulte, les éléments libériens spécialisés peuvent être uniquement criblés.

» Les cellules nacrées se différencient dans les parties les plus externes du faisceau, quelquefois au contact direct des tissus extérieurs au faisceau. Peu à peu, de nouveaux éléments nacrés apparaissent plus intérieurement dans le parenchyme procambial; les plus anciens perdent progressivement leurs caractères et, le plus souvent, il n'y a qu'un petit nombre d'éléments nettement spécialisés. La plage qu'ils forment s'avance insensiblement dans le faisceau. S'il existe une zone cambiale, les tissus nouveaux, vers le liber, sont atteints par la différenciation nacrée. Si la zone cambiale est d'un fonctionnement actif, la région externe du liber, où des cellules nacrées ont précédemment existé, peut devenir considérable et prendre postérieurement des caractères complexes. Dans la tige, elle est très fréquemment le siège d'une sclérification accentuée et forme des arcs de soutien au dos des faisceaux. En suivant l'évo-

---

(1) *Recherches sur l'appareil végétatif des Papavéracées* Juss. [(*Papavéracées et Fumariacées* D. C.). *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*, vol. XVIII, p. 219; 1895].

lution du liber que nous venons d'indiquer, on peut se convaincre que ces massifs scléreux sont bien de nature fasciculaire et non péricyclique ou autre.

» Les cellules nacrées se forment soit directement aux dépens de cellules procambiales ou cambiales, soit aux dépens de cellules-filles de ces dernières. Cette formation des éléments libériens spécialisés est bien connue. Chez les Angiospermes, c'est presque toujours d'une cellule-fille que dérive la cellule nacrée; quelquefois, cependant, elle se forme directement d'un élément procambial ou cambial. Les recloisonnements qui donnent naissance à la cellule spécialisée se font sans régularité. D'ordinaire, l'élément formateur se recloisonne plusieurs fois et une ou plusieurs des cellules-filles deviennent nacrées; les autres, en totalité ou en partie, deviennent des cellules-compagnes.

» Après un certain temps de fonctionnement, les cellules nacrées, avons-nous dit, disparaissent du faisceau. Deux modes de disparition se présentent, qui peuvent se rencontrer concurremment dans un même faisceau ou, plus rarement, se montrer isolés. Dans le premier mode, il y a atrophie de l'élément nacré, écrasement par la compression des éléments voisins; s'il y a une cellule-compagne de même taille ou plus petite que lui, elle peut être comprise dans l'écrasement ou garder son ouverture béante. Le revêtement nacré persiste quelquefois assez longtemps entre les deux lèvres de l'élément aplati, et fixe avec énergie les colorants appropriés. Les éléments ainsi écrasés restent quelque temps sous forme de tractus, puis se confondent avec la paroi des éléments qui les entourent, lorsque ceux-ci viennent à augmenter de taille. Dans le second mode, il y a simplement perte de la caractérisation nacrée : la paroi de revêtement diminue peu à peu d'épaisseur, fixe les colorants avec moins de vigueur que précédemment et finalement disparaît; l'élément redevient parenchymateux.

» La paroi nacrée n'est pas plus attaquée par l'eau de Javel que les parois parenchymateuses, elle reste indifférente aux colorants des matières pectiques. Les colorants de la cellulose se fixent, au contraire, facilement sur elle.

» La liqueur de Schweitzer la dissout. Le réactif de Mangin (acide phosphorique iodé) la colore nettement en bleu. Ces diverses réactions permettent donc de conclure à la nature cellulosique du revêtement nacré. D'un autre côté, nous ferons remarquer que les parois criblées ne présentent aucune des réactions indiquées ci-dessous et se rangent, au contraire, dans le groupe pectique. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'un Ptéropidé miocène à la Grive-Saint-Alban (Isère).* Note de M. CLAUDE GAILLARD, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les recherches que le Muséum de Lyon continue d'opérer, dans les argiles tertiaires de la Grive-Saint-Alban, viennent de mettre au jour de nouveaux ossements d'une grande rareté.

» Il s'agit d'un humérus entier et de quelques fragments du même os d'une chauve-souris frugivore, voisine par sa taille de la Roussette d'Égypte. Jusqu'à présent, aucun débris fossile de ces grandes chauves-souris n'avait encore été rencontré.

» L'humérus de la Grive-Saint-Alban prouve que les chauve-souris frugivores vivaient dès l'époque miocène. Il semble que la taille des Roussettes de cette époque n'atteignît pas encore les dimensions des grandes Roussettes actuelles. En outre, les caractères anatomiques des Chéiroptères insectivores et frugivores devaient être moins différenciés qu'ils ne le sont de nos jours. L'humérus de la Grive-Saint-Alban porte, en effet, une apophyse deltoïde très haute, ressemblant beaucoup à celle de la plupart des chauves-souris insectivores, mais bien plus volumineuse qu'elle ne l'est chez les Roussettes vivantes. La hauteur de cette apophyse indique, pour la Roussette de la Grive, un très grand développement des muscles pectoraux et deltoïdes, les moteurs de l'humérus dans l'action du vol. Il est donc permis de supposer que ce Ptéropidé ne se nourrissait pas entièrement de fruits, puisqu'il était encore organisé pour faire la chasse aux insectes.

» Bien que la formule dentaire de cette Roussette ne soit pas connue, nous croyons pouvoir la rattacher provisoirement au genre *Cynonycteris*, à cause de la très grande ressemblance de forme et de dimensions observée entre l'humérus de la Grive-Saint-Alban et les humérus des Roussettes d'Égypte et de Madagascar (*Cynonycteris ægyptiaca* et *Cyn. Dupreana*).

» Notre étude est basée sur un humérus droit intact et sur deux extrémités distales d'humérus droit et gauche. Cet os présente, dans son ensemble, la forme sinueuse particulière aux grandes chauve-souris. Vue par sa face antérieure, la moitié proximale est convexe en dehors ; la moitié distale est concave du même côté. L'apophyse deltoïde est très développée ; c'est le seul caractère bien tranché qui permette de distinguer cet os de l'os correspondant des Roussettes vivantes. La coulisse bicipitale est profonde.

» L'extrémité inférieure de l'humérus est en tous points semblable à *Cynon. ægyptiaca* : le condyle occupe la moitié du diamètre transverse de l'extrémité distale ; du côté externe, on voit une fossette profonde et large, dont le centre est placé sur l'axe condylien ; du côté interne, l'apophyse des muscles épitrochléens est très grande et aplatie ; elle est séparée de l'articulation condylienne par une gouttière assez profonde.

» L'humérus de la Grive-Saint-Alban, dont la longueur est à peu près la

même que chez la Roussette d'Égypte, a un diamètre beaucoup plus fort proportionnellement. Ses dimensions accusent une espèce plus petite que la Roussette de Madagascar et un peu plus grande que celle d'Égypte.

	Cynonycteris ægyptiaca.	*Cynonycteris* de la Grive.
	mm	mm
Longueur totale de l'humérus	54	55
Diamètre maximum de l'extrémité prox.	8	9
» dist.	9	11
Diamètre du corps de l'humérus	3	4

GÉOLOGIE. — *Sur l'aven* Armand (*Lozère*) (*profondeur* 207^m). Note de MM. **E.-A. Martel** et **A. Viré**, présentée par M. Alb. Gaudry.

« Nous avons, les 19, 20 et 21 septembre 1897, effectué la première exploration d'un *aven* du Causse Méjean (Lozère), à 2^{km},500 au sud de la Parade.

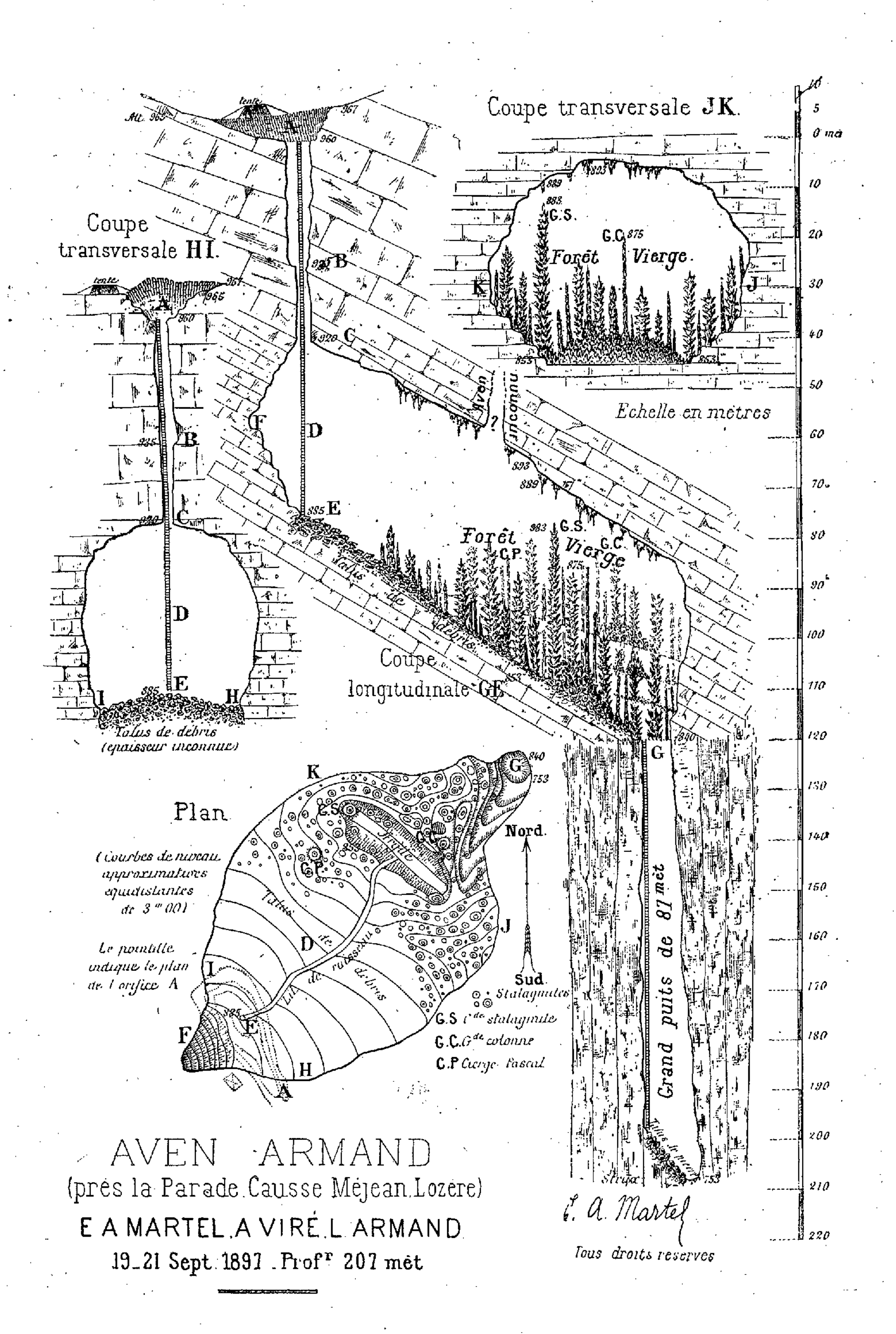
» Son orifice (964^m à 967^m d'altitude) est un entonnoir de 10^m à 15^m de diamètre et de 4^m à 7^m de creux, au fond duquel s'ouvre, à 960^m d'altitude, un puits perpendiculaire de 75^m; les 40 premiers mètres de ce puits constituent une cheminée de 3^m à 5^m de diamètre, et les 35 derniers représentent la hauteur d'une immense grotte (voir les coupes).

» Cette grotte ovale a 50^m de largeur sur près de 100^m de longueur; son sol est incliné rapidement vers le nord-est, parallèlement au pendage très accentué des strates, et descend jusqu'à 840^m d'altitude.

» La première moitié de cette pente est un talus de débris tombés de la surface du sol. La seconde partie est occupée par une forêt d'environ deux cents colonnes stalagmitiques, hautes de 3^m à 30^m. La fantastique beauté en est indescriptible; ni l'homme, ni les cataclysmes naturels n'ont jusqu'à présent brisé un seul de ces clochetons de cathédrales. *Aucune grotte au monde, croyons-nous, ne possède rien de semblable;* la plus haute stalagmite connue, la Tour astronomique de la caverne d'Aggtelek (Hongrie), n'a que 20^m d'élévation; *la grande stalagmite* de notre aven en a 30 et la voûte de la grotte monte à 6^m et 10^m plus haut. Nous avons pris ces mesures à l'aide d'une montgolfière.

» A l'extrémité nord-est de la grotte, un deuxième grand puits vertical, de 5^m à 6^m de diamètre, descend 87^m plus bas, mais se trouve bouché par un talus de pierres à 753^m d'altitude.

» L'aven a donc une profondeur totale de 207^m et même de 214^m, depuis le bord le plus élevé de l'entonnoir superficiel; il est ainsi le plus creux



Coupe transversale JK.
Forêt Vierge.
G.S.
G.C
K
J
Echelle en mètres
Coupe transversale HI.
A
B
C
D
E
F
G
H
I
Talus de debris (épaisseur inconnue)
Aven inconnu
Forêt Vierge
C.P.
Talus de débris
Coupe longitudinale GE
Grand puits de 87 mèt
Plan
(Courbes de niveau approximatives équidistantes de 3m,00)
Le pointillé indique le plan de l'orifice A
Nord.
Sud.
Stalagmites
G.S Gde stalagmite
G.C Gde colonne
C.P Cierge Pascal
AVEN ARMAND
(près la Parade, Causse Méjean, Lozère)
E A MARTEL, A VIRÉ, L ARMAND
19_21 Sept. 1897. Profr 207 mèt
E. A. Martel
Tous droits réservés

de France, concurremment avec celui de Rabanel (212^{m}, près Ganges, Hérault), exploré en 1889.

» Comme il ne portait aucun nom, nous lui avons donné celui de *Louis Armand*, qui l'a découvert avec nous et qui, depuis dix ans, est le dévoué et intelligent contremaître de toutes nos investigations souterraines.

» De même que beaucoup d'autres gouffres, l'aven Armand s'ouvre assez singulièrement, non pas au fond, mais sur le flanc et à peu près à mi-hauteur d'une vaste dépression du Causse; nous en concluons qu'il a servi d'exutoire à un ancien lac, comme les Katavothres actuels des lacs Phonia, Stymphale, Copaïs, etc., en Grèce. Sa forme ne laisse aucun doute sur son ancien rôle de puits absorbant.

» Excellent type d'abîme d'érosion et non pas d'effondrement, il contribue à prouver que les avens en général ont dû servir à l'épuisement de grands amas d'eau (lacs ou mers) dont l'âge reste à déterminer. (Voir MARTEL, *Comptes rendus*, 6 janvier 1896.)

» Si l'on avait trouvé des traces d'anciens glaciers sur les Causses, nous opinerions même sans hésiter que de tels avens pourraient être, dans une certaine mesure, l'œuvre et les témoins de leurs *moulins;* mais de telles traces n'ont pas encore été rencontrées sur ces plateaux, à cause de la nature altérable des roches calcaires, dont les surfaces sont constamment modifiées par les agents atmosphériques.

» Et nous n'indiquons cette hypothèse qu'à raison de l'existence constatée de moraines au nord des Causses, sur les granits de l'Aubrac (G. FABRE, *Comptes rendus*, 18 août 1873, p. 495), et du mont Lozère (CH. MARTINS, *Comptes rendus*, 9 novembre 1868, p. 933).

» La cheminée du premier puits nous a paru traverser les calcaires sublithographiques compactes en grandes dalles, assez fissurés, du rauracien. La grande grotte s'est excavée par le délayement progressif, sous quatre atmosphères et plus de pression d'eau chargée d'acide carbonique, des calcaires marneux très fissurés et bien moins compactes de l'oxfordien [épaisseur de 25^{m} à 45^{m}, selon M. Fabre (*Bulletin des services de la Carte géologique*, compte rendu des Collaborateurs pour 1895, t. VIII, n° 53, p. 78), ce qui correspond bien à la hauteur de 35^{m} à 40^{m} de la caverne]. L'assise callovienne, très peu épaisse en cette région et dissimulée sous les éboulis ou la stalagmite, a été crevée par l'eau au-dessus d'une grande diaclase de dolomies massives (épaisses de 50^{m} à 150^{m}, selon M. Fabre) du bathonien supérieur; cette diaclase est devenue le deuxième puits de 87^{m}, dont le

bouchon de pierres nous a sans doute empêchés d'atteindre le véritable fond.

» Plus bas, dans les calcaires sublithographiques du bathonien inférieur, *excessivement fissurés,* l'eau a dû trouver un très facile échappement par d'innombrables crevasses, qui lui évitaient la peine de forer des grottes. (Voir Martel et Gaupillat, *Comptes rendus,* 25 novembre 1889).

» L'aven Armand a donc été formé, *comme tous ses semblables,* par l'action érosive et corrosive de l'eau agrandissant les fissures préexistantes du sol.

» Sur le talus de débris de la grotte serpente un étroit lit de ruisseau creusé par les orages actuels, et qui dénonce dans quelle énorme proportion l'afflux des eaux extérieures a diminué depuis l'époque du creusement du gouffre.

» La fin de cette époque pourra sans doute être déterminée lorsqu'on fouillera à fond le talus de débris, pour étudier la superposition des ossements qui le remplissent et qu'aucun effondrement n'a encore recouverts. De nos jours, le suintement des voûtes de l'aven Armand reste très actif et les concrétions continuent à s'y développer.

» La température doit, au moins pour la partie supérieure, varier avec celle de l'air extérieur, puisque nous l'avons trouvée de $7°$ à 75^m de profondeur, $7°,5$ à 110^m et $8°$ à 120^m et 207^m, contre $5°,5$ à l'extérieur (21 septembre 1897).

» En terminant, nous ne craignons pas de dire que l'aven Armand est une véritable merveille, tant pittoresque que géologique. »

M. **L. Mirinny** adresse une Note relative à la résolution de l'équation générale du cinquième degré.

(Renvoi à l'examen de M. Darboux.)

M. **A. Beussier** adresse une Note relative à une machine dont il est l'inventeur.

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 octobre 1897.

Œuvres de Laguerre, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. Ch. Hermite, H. Poincaré et E. Rouché, Membres de l'Institut. Tome Ier : *Algèbre, Calcul intégral*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. gr. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut. 25 octobre 1897. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897, n° 8. Août 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Album de Statistique graphique de 1895-1896. Paris, Imprimerie nationale, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Cours de Physique, à l'usage des candidats aux Écoles spéciales, par James Chappuis, Professeur de Physique générale à l'École centrale des Arts et Manufactures, et Alphonse Berget, Docteur ès Sciences, attaché au laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Observations géologiques faites aux environs de Louviers, Vernon et Pacy-sur-Eure, par M. G. Dollfus, Président de la Société géologique de France. Caen, Lanier, 1897; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Recherches sur la limite sud-ouest du calcaire grossier dans le bassin de Paris, par M. G.-F. Dollfus. Paris, 1897; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Fleuves aériens; leur cours, leur utilisation par les aérostats, par Léo Dex, ancien Élève de l'École Polytechnique, et Maurice Dibos, Ingénieur. Paris, Baudoin, 1897; 1 vol. in-8°.

Notice sur les travaux de Chimie de M. Georges Lemoine. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 broch. in-4°.

Memorials of the William Cranch Bond, Director of the Harvard College Observatory (1840-1859) *and of his son George Phillips Bond, Director of the Harvard College Observatory* (1859-1865), by Edward S. Holden, Director of the Lick Observatory. San Francisco, A. Murdock and Co; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le Tome Ier des « OEuvres mathématiques de Laguerre ».

M. Rouché a bien voulu classer et revoir les articles, qui sont précédés d'une Préface de M. Poincaré et suivis d'une Note de M. Hermite.

Les géomètres accueilleront avec empressement et reconnaissance ce triple hommage rendu à la mémoire de l'éminent Confrère qui fut toujours trop peu soucieux de hâter la renommée dont il était digne.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'actinométrie et les ballons.* Note de M. **J. Violle.**

« L'exploration de l'atmosphère à grande hauteur, au moyen des ballons-sondes, apportera plus d'une connaissance importante. L'actinométrie en profitera tout spécialement.

» Les mesures sur les hauts sommets ont déjà donné de précieux résultats. L'ascension que je fis, il y a quelque vingt ans, au sommet du mont Blanc, montra que la constante solaire déterminée par Pouillet, d'après des observations en rase campagne, était beaucoup trop faible. Je n'ai pas à rappeler ici les recherches effectuées en montagne depuis cette époque touchant la constante solaire : l'expédition de M. Langley au mont Whitney, les mesures de M. Vallot à son observatoire du mont Blanc, les travaux organisés par M. Janssen dans le sien avec l'aide de M. Crova, déjà installé d'ailleurs au mont Ventoux; de tous côtés les efforts se multiplient. L'utilité des études continues dans les observatoires élevés n'est plus à établir aujourd'hui pour toutes les questions d'Astrophysique.

» Mais des sondages méthodiques en pleine atmosphère, à des hauteurs trois et quatre fois plus grandes que le mont Blanc, permettront certainement de mieux étudier l'intensité et la nature de la radiation solaire, en même temps que la grandeur et le rôle de l'absorption atmosphérique. Dans ces lointains espaces, où la pression de l'air est réduite à quelques centimètres, où la vapeur d'eau fait complètement défaut, où les poussières terrestres n'arrivent point, la mesure de la quantité de chaleur envoyée par le Soleil vers la Terre se trouve dégagée de presque toutes les erreurs qui la compliquent à la surface du sol.

» Cette mesure se fera très facilement au moyen de l'actinomètre que j'ai présenté au Congrès de Rome en 1879, et que j'ai encore simplifié à cet effet. C'est une boule en cuivre rouge, noircie extérieurement et renfermant intérieurement un appareil thermométrique dont les indications peuvent s'inscrire à distance sur un cylindre enregistreur.

» Sous l'action des rayons solaires la boule actinométrique s'échauffe et prend un état stationnaire tel que la perte par rayonnement et par contact avec l'air compense le gain par absorption de la chaleur incidente. Mais, tandis qu'aux stations basses l'atmosphère mêle son illumination à celle du Soleil, dans les hautes régions le Soleil rayonne seul au milieu d'un ciel noir et produit seul l'échauffement constaté.

» Faut-il ajouter que, par cela même que le ballon suit le vent, la boule actinométrique se trouve, en fait, dans un air très calme?

» Les ballons offrent vraiment à l'actinométrie des avantages considérables; aussi ai-je depuis longtemps songé à les employer et avais-je, dès 1892, organisé avec le colonel (alors commandant) Renard des expériences que des circonstances indépendantes de notre volonté ont trop longtemps retardées.

» La Commission des aérostats ayant décidé une ascension pour essayer les appareils destinés aux ballons-sondes non montés, MM. Hermite et Besançon se sont élevés, le 21 octobre dernier, avec le *Balaschoff*, emportant les appareils; M. Cailletet en a déjà informé l'Académie à sa dernière séance. J'avais disposé deux de mes actinomètres, construits par M. Richard, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du ballon, pour me rendre compte du trouble pouvant résulter de son voisinage; l'expérience a montré que ce trouble sera aisément réduit à une quantité tout à fait négligeable.

» La faible hauteur à laquelle est monté le ballon ne laisse rien ajouter à nos connaissances actuelles sur la question même. D'après l'intensité actinométrique observée, nous pouvons cependant dire qu'au-dessus du ballon se trouvait encore une quantité d'eau qui, réduite à l'état liquide, aurait formé une couche de plusieurs centimètres d'épaisseur.

» J'avais encore placé sur le *Balaschoff* un appareil destiné à mesurer photographiquement l'intensité du rayonnement solaire. Cet appareil, construit par M. Pellin, a convenablement fonctionné. On pourra donc, par un choix convenable des substances photographiques et une disposition appropriée des instruments, se rendre compte de la manière dont varient les diverses radiations avec la hauteur, et étendre ainsi nos connaissances sur la nature complexe de l'absorption atmosphérique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés des borures de calcium, de strontium et de baryum.* Note de MM. **H. Moissan** et **P. Williams**.

« Les borures de calcium, de strontium et de baryum n'ont pas été étudiés jusqu'ici. L'un de nous a indiqué un procédé de préparation qui permet d'obtenir en grande quantité et bien cristallisés les borures de fer, de nickel et de cobalt, ainsi que le borure de carbone (¹). Nous avons pensé qu'il était utile de poursuivre cette étude des borures alcalino-terreux pour reconnaître si leurs propriétés étaient voisines de celles des carbures alcalino-terreux, facilement décomposables par l'eau avec production d'acétylène pur.

» *Formation des borures alcalino-terreux.* — Nous avons chauffé au four électrique, dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités, un

(¹) *Étude sur quelques borures* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série t. IX, p. 264).

mélange intime de bore pur, 10^{gr}, et de chaux vive, 50^{gr}. L'expérience a duré sept minutes avec un courant de 900 ampères et 45 volts. Après refroidissement, il restait dans le tube une masse fondue, cassante, assez dure et sans aspect cristallin. Cette matière est lentement attaquée par l'eau et se dissout presque complètement dans l'acide chlorhydrique en abandonnant un faible résidu. Ce dernier, examiné au microscope, renferme du graphite et des cristaux rectangulaires et cubiques, jaunes en lames minces, de couleur foncée dès qu'ils sont un peu volumineux. La partie cristalline, inattaquable par l'acide chlorhydrique, se détruit rapidement dans l'acide azotique et ne renferme que du calcium et du bore.

» Le rendement étant très faible, nous avons songé alors à modifier cette réaction. On a chauffé, au four électrique, un mélange de carbure de calcium, 10^{gr}, et de bore pur, 1^{gr}. Dans ces conditions, le bore ne paraît pas déplacer le carbone du carbure de calcium; il se produit bien une petite quantité de borure de calcium, mais la formation paraît en être due plutôt à un phénomène de dissociation qu'à une réaction nette du bore sur le carbure. Il en a été de même dans l'action du charbon de sucre sur le borate de calcium ou dans l'action du carbure de calcium sur le borate du même métal à la température du four électrique. Pour que le rendement augmente, il faut produire le bore au sein même du mélange, et l'on peut y arriver de la façon suivante :

» *Préparation du borure de calcium.* — On fait un mélange de 1000^{gr} de borate de calcium bien sec, 630^{gr} d'aluminium pur en copeaux, et 200^{gr} de charbon de sucre finement pulvérisé. Ces substances étant desséchées avec soin, et le borate de calcium étant intimement mélangé au charbon, puis additionné des fragments d'aluminium, on chauffe le tout au four électrique dans un creuset de charbon pendant sept minutes (900 ampères et 45 volts). La quantité d'aluminium a été choisie de façon à être suffisante pour produire la réduction complète du borate de calcium. L'addition de carbone a pour but d'empêcher la formation d'alumine qu'il est ensuite assez difficile de séparer du borure de calcium. Une partie de l'aluminium se trouvera, après l'expérience, sous forme de carbure facilement décomposable par l'eau et par l'acide chlorhydrique étendu.

» La durée et la régularité de la chauffe ont une influence très grande sur le rendement en borure de calcium.

» Les culots fondus, que l'on obtient après refroidissement de la masse, sont homogènes et présentent une cassure cristalline d'apparence métallique. On les concasse en menus fragments et on les traite par l'acide

chlorhydrique étendu jusqu'à ce que ce dernier n'agisse plus sur le résidu. Pendant cette opération il se dégage une grande quantité de gaz à odeur très désagréable, contenant de l'hydrogène, de l'acétylène, du méthane et de l'hydrogène boré. Le résidu est attaqué par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, puis lavé à l'eau. La matière qui reste, après ces différents traitements, est formée en grande partie de cristaux de borure de calcium et en petite quantité d'une matière organique plus légère qui a pris naissance dans l'action de l'acide chlorhydrique sur le culot primitif.

» A cause de sa faible densité, il est facile de séparer ce composé organique par lévigation. Le résidu est épuisé ensuite par l'éther et par du toluène. Ces liquides prennent une coloration intense et enlèvent une nouvelle matière organique que l'on peut isoler par évaporation du dissolvant. C'est une substance brune, résineuse, se nitrant facilement par l'acide azotique fumant, en fournissant un dérivé de couleur jaune, soluble dans l'éther. Nous poursuivons l'étude de ce composé.

» Après des lavages répétés au toluène et à l'éther, le borure de calcium est traité par l'acide fluorhydrique à chaud. On lave à l'eau et, après dessiccation, on épuise par l'éther jusqu'à ce que ce dernier ne se colore plus. La poudre cristalline ainsi obtenue est traitée par l'eau, puis par l'alcool et enfin séchée dans le vide.

» Cette poudre cristalline n'est pas absolument pure; elle renferme encore une petite quantité de graphite et un peu de borure de carbone.

» *Propriétés physiques*. — Le borure de calcium se présente sous la forme d'une poudre noire brillante et cristalline. Examinée au microscope, elle est formée de petits cristaux rectangulaires ou cubiques, transparents, et de couleur jaunâtre lorsqu'ils sont très minces. Ce composé raye le cristal de roche avec facilité. Sa dureté est assez grande pour rayer même le rubis. Sa densité à $+15^\circ$ est de 2,33. Chauffé au four électrique, il fond en une masse homogène à cassure cristalline.

» *Propriétés chimiques*. — Le borure de calcium, chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène sec, n'est pas altéré.

» Le fluor l'attaque à froid avec incandescence. Le chlore réagit au rouge; il se produit un grand dégagement de chaleur et il se forme du chlorure de calcium et du chlorure de bore. A la même température le brome et l'iode l'attaquent mais plus lentement.

» Chauffé en présence de l'air, il ne brûle qu'au rouge vif. La vapeur de soufre réagit à peu près dans les mêmes conditions.

» Le borure de calcium n'est pas décomposé dans un courant d'azote à 1000°.

» Ce borure est sans action sur l'eau à la température ordinaire. On voit donc qu'il est bien différent du carbure de calcium. On peut le maintenir dans l'eau sous pression jusqu'à une température de 250°, sans qu'il y ait réaction.

» Même au-dessus de ce point, dans un courant de vapeur d'eau, l'attaque est très lente. La couche de chaux et d'acide borique qui se produit empêche la décomposition d'être rapide. A la température de ramollissement du verre, le dégagement d'hydrogène est lent; pour obtenir une quantité de gaz plus grande, il faut chauffer vers 1000°.

» Nous avons fait remarquer précédemment que l'on pouvait fondre le borure de calcium au four électrique. Nous devons ajouter que la masse fondue, dans ces conditions, est attaquée par l'eau avec dégagement d'hydrogène et sans formation d'acétylène. Cette expérience semble indiquer l'existence d'un autre borure de calcium moins riche en bore et décomposable par l'eau.

» Les hydracides gazeux attaquent lentement le borure de calcium au rouge sombre. A la température de ramollissement du verre, le gaz ammoniac est sans action. Les solutions d'hydracides ne décomposent pas le borure de calcium. Il en est de même de l'acide sulfurique étendu tandis que l'acide concentré produit un dégagement d'acide sulfureux. L'acide nitrique étendu ou concentré attaque très énergiquement le borure de calcium.

» Les oxydants, tels que l'oxyde de plomb ou l'azotate de potassium au rouge, l'attaquent avec violence. L'eau de brome ou un mélange de chlorate de potassium et d'acide chlorhydrique le détruisent avec lenteur. Au contraire, le carbonate de potassium, le bisulfate et la potasse fondue réagissent au rouge avec énergie.

» *Analyse.* — Le borure de calcium est attaqué par l'acide azotique dans l'appareil même où doit s'effectuer le dosage du bore.

» Cette analyse se fait par la méthode de Gooch [1] et au moyen de l'appareil que l'un de nous a décrit dans une précédente Communication [2].

» Après entraînement de l'acide borique par l'alcool méthylique, le cal-

---

(1) GOOCH, *Dosage de l'acide borique* (*American Journal*, vol. IX, p. 23; 1887).
(2) H. MOISSAN, *Sur le dosage du bore* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1087).

cium est dosé dans le résidu par précipitation sous forme d'oxalate, puis pesé à l'état d'oxyde.

» Pour doser la petite quantité de carbone que notre composé renfermait comme impureté, on attaquait la substance par le chlore bien pur; le résidu, lavé pour éliminer le chlorure de calcium, était jeté sur un filtre d'amiante puis brûlé dans l'oxygène. L'acide carbonique formé était recueilli dans des tubes à potasse pesés au préalable.

» Enfin, le résidu insoluble dans l'acide azotique était lavé, séché à 110° et pesé. Il était formé de petits cristaux inattaquables de borure de carbone, CBo^6.

» Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.
Calcium	36,22	36,03
Bore	57,43	57,30
Carbone	2,66	2,82
Insolubles	1,21	1,02

» En ramenant les chiffres du calcium et du bore à 100 parties de borure pur on obtient : calcium, 38,66 et 38,61; bore, 61,33 et 61,39; ce qui s'éloigne peu de la formule théorique : calcium 37,86 et bore 62,14 pour la formule $CaBo^6$.

» *Borure de strontium.* — Le borure de strontium a été préparé de la même manière que le borure de calcium en partant d'un mélange de borate de strontium, d'aluminium et de charbon. Ce composé peut être obtenu dans un grand état de pureté, à cause de sa densité élevée. Elle nous a permis, en effet, d'éliminer, au moyen du bromoforme, la majeure partie des impuretés qui accompagnaient le borure de strontium.

» *Propriétés physiques.* — Le borure de strontium se présente sous l'aspect d'une poudre noire formée de petits cristaux. Ces derniers, examinés au microscope, sont transparents lorsqu'ils sont assez minces; ils possèdent une coloration brun rougeâtre. Ces cristaux sont plus grands que ceux du borure de calcium; ils rayent aussi le cristal de roche avec facilité. Leur densité à plus 15° est de 3,28.

» *Propriétés chimiques.* — Les propriétés chimiques de ce composé sont comparables à celles du borure de calcium, seulement il ne prend pas feu à froid dans le fluor et il faut chauffer légèrement pour amorcer la réaction.

» *Analyse.* — Les procédés d'analyse ont été les mêmes que précédemment. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie pour Bo^6Sr.
Strontium	56,33	56,56	57,10
Bore	43,38	43,00	42,90
Carbone	0,67	0,63	»
Insolubles	traces	traces	»

» *Borure de baryum.* — La méthode que nous avons décrite précédemment nous a permis d'obtenir le composé correspondant de baryum. Il se prépare du reste plus facilement que les deux autres. Les rendements sont supérieurs et la purification en est beaucoup plus complète à cause de sa densité élevée.

» *Propriétés.* — Le borure de baryum a le même aspect que les deux autres borures alcalino-terreux; ses cristaux, bien que petits, sont très réguliers; sa densité à +15° est de 4,36 et ses propriétés chimiques sont identiques à celles des borures de calcium et de strontium. Sa dureté est assez grande, il raye le rubis et le cristal de roche, mais n'a pas d'action sur le diamant.

» *Analyse :*

	1.	2.	Théorie pour Bo^6Ba.
Baryum	67,20	67,09	67,57
Bore	32,25	32,28	32,43
Carbone	0,29	0,31	»
Insolubles	traces	traces	»

» *Conclusions.* — Les trois métaux alcalino-terreux : calcium, baryum et strontium, fournissent avec le bore des composés de formule Bo^6R. Cette formule est identique à celle des azotures de Curtius. Ces combinaisons sont parfaitement cristallisées, elles rayent le rubis, possèdent une grande stabilité, ne décomposent pas l'eau froide comme les carbures et sont détruites surtout par les oxydants. Elles ne sont donc point comparables comme composition et comme propriétés aux carbures et aux siliciures alcalino-terreux. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année 1897-1898.

MM. **Cornu** et **Sarrau** réunissent l'unanimité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier fascicule de la « Toxicologie africaine » de M. *A.-T. de Rochebrune*. (Présenté par M. Perrier.)

2° Le Tome IV de la « Flore de France » de MM. *G. Rouy* et *I. Foucaud*. (Présenté par M. Chatin.)

M. **Milne-Edwards** expose le système suivi par M. Haviland Field pour la rédaction d'une Bibliographie zoologique qui permet d'arriver à une précision de renseignements inconnue jusqu'ici.

ASTRONOMIE. — *Occultation du groupe des Pléiades par la Lune, le* 13 *octobre* 1897, *à Lyon*. Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« La préparation de cette occultation a été faite par M. Lagrula et les observations par M. Le Cadet (GLC) à l'équatorial coudé et M. Guillaume (JG) à l'équatorial Brunner. Les immersions avaient lieu sur le bord éclairé, et les émersions sur le bord obscur; celui-ci était invisible.

» Les conditions d'observation ont été peu favorables, quoique le temps fût calme. La définition des images était mauvaise, l'atmosphère étant brumeuse et chargée d'humidité, tellement que, malgré son pare-buée, l'objectif de l'équatorial coudé a été presque constamment recouvert d'une couche de vapeur condensée. Ces conditions ont diminué beaucoup le nombre des étoiles utilisables.

Cat. Wolf.	Désignation.	Grandr.	Observ.	Immersions T. M. Paris.	Émersions T. M. Paris.
66	17 *b* Taureau	4,5	GLC	11h.59m.35s,0	
			JG	34,3 (1)	
115	20 *c* Taureau	4,5	GLC	13. 6.46,7	
66	17 *b* Taureau	4,5	GLC		13h.22m.37s,9
			JG		37,9
72		9,0	JG		13.29.28,6
227	η Taureau	3,0	GLC	13.43.43,3	
			JG	43,6 (2)	
147	23 *d* Taureau	5,5	GLC		13.46.40,3 :
			JG		42,0 (3)
115	20 *c* Taureau	4,5	GLC		13.51.25,5 :
			JG		25,8
120		8,2	GLC		13.53.12,3 :
141		8,0	JG		14.19.19,6
143		8,2	JG		14.20.35,7
151		7,7	GLC		14.29.40,7
			JG		42,1 (4)
212		7,0	GLC		14.54. 8,5 :
			JG		7,8
209		8,2	JG		14.56.13,5
227	η Taureau	3,0	GLC		14.56.49,5
			JG		49,5
353		5,7	GLC	15. 3.51,1	
			JG	49,3 (5)	
226		7,5	JG		15.12.32,6
280		8,7	JG		15.42.21,9
300		7,5	GLC		15.53.33,1 :
			JG		31,7
353		5,7	GLC		15.56.55,1
			JG		55,4
369		7,5	JG		16.27. 8,3
418		8,5	GLC		16.48. 6,8 :
			JG		48. 7 (6)
447		8,5	JG		17. 6.16,3

(1) En contact 1s,5 avant; difficile à suivre dans les trépidations du bord lunaire.

(2) Contact 3s avant, puis l'étoile s'enfonce dans le disque lunaire et disparaît brusquement.

(3) Retard probable.

(4) Retard probable.

(5) Contact 2s avant la disparition.

(6) Retard probable.

Le signe (:) correspond à une incertitude de 1 à 3 dixièmes.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine 1896 (nov. 2), faites à l'observatoire de Rio de Janeiro.* Note de M. **Cruls**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1897.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Ascension droite. ✶◄ — ★.	Ascension droite. Log. fact. parallaxe.	D. P. S. ✶◄ — ★.	D. P. S. Log. fact. parallaxe.
			m s		° ′ ″	
Mars 3....	*a*	7	−4.51,86	9,770 *n*	+18.48,7	0,162 *n*
4....	*b*	8	+1. 9,43	9,779 *n*	— 3.58,0	0,208 *n*
5....	*c*	6½	−1.22,54	9,783 *n*	+19.31,7	0,176 *n*
12....	*d*	7	−3.42,51	9,803 *n*	+ 0. 1,4	9,810 *n*
15....	*e*	8	−2.20,02	9,802 *n*	— 1.56,1	6,521 *n*
30....	*f*	7½	+4.43,43	9,787 *n*	+ 5.52,7	0,639+
Avril 2....	*g*	7½	−2.42,71	9,787 *n*	+18.10,6	0,724+
10....	*h*	6½	−4.56,93	0,072+	— 8. 4,2	0,070+
Mai 5....	*i*	8½	−0. 0,88	9,724+	−12.59,4	9,995+

Dates. 1897.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	D. P. S. moyenne 1897,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Mars 3....	*a* = 2032 Gould	19.50.20,22	+0,71	59. 9.26,4	— 1,9
4....	*b* = 1789 Gould	19.43.59,40	+0,77	58.51. 7,1	— 1,9
5....	*c* = 1873 Gould	19.46.10,96	+0,80	57.45.35,8	— 1,4
12....	*d* = 1825 Gould	19.44.55,95	+1,06	52.24.15,5	+ 0,9
15....	*e* = 1677 Gould	19.41. 6,65	+1,22	49.30,27,5	+ 2,1
30....	*f* = 2891 Gould	18.55.42,46	+2,85	28.20.33,6	+ 8,5
Avril 1....	*g* = 2128 Gould	18.39.16,59	+3,55	22.36. 7,9	+ 9,4
10....	*h* = 3756 Gould (1)	15. 1.35,30	+8,40	11.15.17,6	— 6,3
Mai 5....	*i* = 2089 Gould	9.26.40,58	+1,20	49. 3.22,5	−22,5

Dates 1897.	Temps moyen de Rio.	Ascension droite de la comète.	Nombre de compar.	D. P. S. de la comète.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 3.........	16.18.32	19.45.29,39	6	59.28.13,6	6
4.........	16. 5.28	19.45. 9,58	6	58.47. 7,1	6
5.........	16. 3.33	19.44.49,21	6	58. 5. 6,6	6
12.........	15.43.24	19.41.14,54	6	52.24.17,7	6
15.........	15.49.43	19.38.47,88	6	49.28.33,4	6
30.........	16.14.43	19. 0.29,04	6	28.26.34,4	»

(1) N° 3756 Hora XIV.

Dates. 1897.	Temps moyen de Rio.	Ascension droite de la comète.	Nombre de compar.	D. P. S. de la comète.	Nombre de compar.
	h m s	h m s			
Avril 2.........	16. 1.56	18.36.36,81	6	22°.54'.31",4	6
10.........	15.19. 7	14.56.46,56	4	11. 6.57,1	4
Mai 5.........	9.52.16	9.26.40,97	6	48.50. 0,6	6

» Les observations ont été faites avec l'équatorial de 9 pouces par MM. L. Cruls, H. Morize, N. Duarte, aidés de N. Lousada.

» La comète a été constamment très faible. Voici les notes prises au sujet de l'aspect physique. 3 mars : nébulosité de $\pm 3'$ de diam., condensation centrale, sans noyau bien défini. 5 mars : l'éclat paraît avoir augmenté. 12 mars : nébulosité 3' à 4', avec condensation centrale. 15 mars : diamètre $\pm 4'$, l'éclat a légèrement augmenté. 10 avril : nébulosité diffuse, avec noyau de $\pm 10^e$ grandeur, difficilement visible. 5 mai : comète très faible, à la limite de visibilité : observations douteuses.

» *N. B.* — On a tenu compte, lorsqu'il y avait lieu, des corrections dues à la réfraction, au mouvement vrai de l'astre et à la courbure du parallèle. »

GÉOMÉTRIE. — *Nouvelle démonstration du théorème fondamental de la Géométrie projective.* Note de M. **H.-G. Zeuthen**. (Extrait d'une Lettre à M. Darboux.)

« On sait quel rôle fondamental joue, dans la Géométrie projective, le théorème exprimant que la connexion de deux séries projectives est entièrement déterminée si l'on connaît les trois éléments de l'une qui doivent correspondre à trois éléments donnés de l'autre. Dans la géométrie de Chasles et de Steiner, ce théorème était une conséquence immédiate de la conservation des rapports anharmoniques, qui servait alors à définir la projectivité ou l'homographie; mais depuis que von Staudt a commencé à construire la Géométrie projective exclusivement avec des postulats projectifs, il a introduit des difficultés plus sérieuses. Ces difficultés, inévitables si l'on définit, avec von Staudt, la projectivité par la conservation des groupes harmoniques, ont été surmontées par les travaux successifs de M. Klein, de MM. Lüroth et Zeuthen et enfin de M. Darboux; mais on n'y a réussi qu'en faisant usage du mouvement continu des éléments. Aussi M. Thomae, qui évite une partie des difficultés au moyen d'une autre défi-

nition, fait usage du mouvement et du cas particulier des groupes harmoniques.

» Cependant, en appelant, comme le font MM. Cremona et Thomae, *projectives* deux séries de points de deux droites dont l'une détermine l'autre au moyen d'un nombre fini de projections, on peut parvenir au théorème fondamental en question sans faire usage de ces artifices. Il suffit évidemment de parler de ces séries particulières, et, comme la démonstration est stéréométrique, je supposerai toujours que les projections se font au moyen de faisceau de plans.

» Il s'agit premièrement de démontrer que, à l'exception du cas où les deux droites pointées se trouvent dans un même plan, le nombre de projections peut être réduit à une. Cela se fait successivement en remplaçant deux projections par une au moyen du théorème suivant :

» *Si cinq des sommets d'un quadrilatère plan et complet se trouvent sur des droites données qui ne se rencontrent pas, aussi le sixième sommet se trouvera sur une droite déterminée par les autres.*

» Dans la démonstration nous désignerons par a, b, c trois sommets formant un triangle, et les trois sommets opposés du quadrilatère par d, e, f. Soient A, B, C, D, E des droites où se trouvent, respectivement, les points a, b, c, d, e. Alors nous démontrerons que le lieu de f est une droite F.

» Projetons, à cet effet, la figure d'un point d'intersection de deux droites dont l'une rencontre A, B, C, l'autre C, D, E. On trouve un point de cette nature par l'intersection des droites joignant les traces de A et B et de D et E dans un plan passant par C. Nous appliquerons aux projections sur un plan les notations déjà introduites pour représenter les droites et les points projetés et nous désignerons encore, dans le plan de projection, par a', b', c' les points où A, B, C rencontrent la droite def, et par o le point d'intersection de A, B et C. Alors les couples a' et d, b' et e, c' et f seront les points où une transversale rencontre les couples de côtés opposés du quadrigone complet aux sommets a, b, c, o. Par les deux premiers de ces couples de points et par c' passent encore les couples de côtés opposés A et D, B et E et le cinquième côté C d'un autre quadrigone complet.

» Le lieu du point f du plan de projection sera donc le sixième côté F du même quadrigone. Ce lieu étant la projection du point f de l'espace et plusieurs projections de la même nature pouvant être obtenues en variant le centre de projection, le lieu cherché sera aussi une droite.

» La propriété du quadrigone complet, dont nous avons fait usage ici,

précède, dans les Traités modernes de Géométrie projective, le théorème fondamental qui nous occupe. Elles sont donc applicables à sa démonstration. Il nous faut encore déduire de la même propriété le théorème suivant, qu'on ne regarde ordinairement que comme une conséquence du théorème fondamental :

» *Soient* A, A_1, A_2 *trois droites de l'espace dont chacune rencontre trois autres droites* B, B_1, B_2 ; *alors chaque droite* A_3 *qui rencontre* B, B_1, B_2 *rencontrera chaque droite* B_3 *qui rencontre* A, A_1, A_2.

» Projetons, en effet, la figure deux fois sur le plan AB en prenant pour centres de projections : 1° le point d'intersection de A_1 et B_1 ; 2° celui de A_2 et B_2. Si nous désignons par a_1, a_2, a_3 les traces de A_1, A_2, A_3, qui se trouvent sur B, et par b_1, b_2, b_3 les traces de B_1, B_2, B_3, qui se trouvent sur A, le point d'intersection c_3 de $a_1 b_2$ et $a_2 b_1$ sera la trace de la droite qui joint les deux centres de projection. Le point d'intersection apparent de A_3 et B_3 sera, dans l'une des projections, au point d'intersection c_2 de $b_1 a_3$ et $a_1 b_3$, dans l'autre, au point d'intersection c_1 de $b_2 a_3$ et $a_2 b_3$. A_3 et B_3 se rencontreront si c_1, c_2, c_3 sont en ligne droite. Cette condition est remplie, ce qu'on voit en appliquant le théorème sur l'intersection d'un quadrigone complet par une transversale aux quadrigones $a_1 b_2 a_3 b_1$ et $b_1 a_2 b_3 a_1$ et à la transversale $c_1 c_2$.

» Après ces préliminaires la démonstration du théorème fondamental ne présentera plus aucune difficulté. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales d'une équation aux dérivées partielles, par certaines conditions initiales.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Darboux.

« Le théorème sur les équations du second ordre, que j'ai démontré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 712), peut être étendu aux équations aux dérivées partielles d'un ordre quelconque. Je me borne, pour fixer les idées, au cas de deux variables indépendantes [1] :

» *Soit*

$$(1)\qquad p_{n-h,h} = F(x, y, z, p_{10}, p_{01}, \ldots, p_{n,0}, p_{n-1,1}, \ldots, p_{0,n}),$$

---

[1] Il existe des théorèmes analogues, mais d'un énoncé plus compliqué, quel que soit le nombre des variables. M. Beudon en a donné récemment un exemple (*Bulletin de la Société mathématique*, t. XXV, p. 116).

une équation aux dérivées partielles d'ordre n, résolue par rapport à la dérivée $p_{n-h,h}$, *où le second membre est holomorphe dans le voisinage des valeurs*

$$x_0, \quad y_0, \quad z_0, \quad (p_{10})_0, \quad (p_{01})_0, \quad \ldots, \quad (p_{n,0})_0, \quad (p_{n-1,1})_0, \quad \ldots, \quad (p_{0,n})_0,$$

et où les dérivées partielles de la fonction F

$$P_{n,0}, \quad P_{n-1,1}, \quad \ldots, \quad P_{n-h+1,h-1}$$

sont nulles pour ces valeurs initiales. Soient, de plus,

$$\varphi_0(x), \quad \varphi_1(x), \quad \ldots, \quad \varphi_{h-1}(x),$$

h fonctions de x holomorphes dans le domaine du point x_0, *et telles que l'on ait, pour* $x = x_0$,

$$\varphi_0(x_0) = z_0, \qquad \left[\frac{\partial^i \varphi_k(x)}{\partial x^i}\right]_{x_0} = (p_{i,k})_0 \qquad \begin{matrix} k = 0, 1, 2, \ldots, h-1, \\ i + k \leqq n, \end{matrix}$$

et de même

$$\psi_0(y), \quad \psi_1(y), \quad \ldots, \quad \psi_{n-h-1}(y),$$

$n - h$ *fonctions de y holomorphes dans le voisinage du point* y_0, *et telles que l'on ait, pour* $y = y_0$,

$$\psi_0(y_0) = z_0, \qquad \left[\frac{\partial^k \psi_i(y)}{\partial y^k}\right]_{y_0} = (p_{i,k})_0, \qquad \begin{matrix} i = 0, 1, 2, \ldots, n-h-1, \\ i + k \leqq n. \end{matrix}$$

» *L'équation proposée* (1) *admet une intégrale régulière dans le domaine du point* (x_0, y_0), *et telle que l'on ait :*

» *Pour* $x = x_0$,

$$z = \psi_0(y), \qquad \frac{\partial z}{\partial x} = \psi_1(y), \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial^{n-h-1} z}{\partial x^{n-h-1}} = \psi_{n-h-1}(y),$$

et pour $y = y_0$,

$$z = \varphi_0(x), \qquad \frac{\partial z}{\partial y} = \varphi_1(x), \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial^{h-1} z}{\partial x^{h-1}} = \varphi_{h-1}(x).$$

» On a posé, dans cet énoncé,

$$p_{i,k} = \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \, \partial y^k}, \qquad P_{i,k} = \frac{\partial F}{\partial p_{i,k}}.$$

» Pour la démonstration, on remarque d'abord que les données initiales font connaître les valeurs de toutes les dérivées partielles $(p_{i,k})_0$, pour lesquelles l'indice i est inférieur à $n - h$, ou l'indice k inférieur à h. Les

valeurs de toutes les autres dérivées partielles se calculent ensuite de proche en proche par des additions et des multiplications seulement, de sorte que l'on peut employer la méthode des fonctions majorantes pour établir la convergence du développement en série entière obtenu ainsi. On peut aussi, sans diminuer la généralité, supposer $x_0 = y_0 = 0$, et supposer que les fonctions initiales φ et ψ sont identiquement nulles.

» Cela posé, on peut prendre pour fonction majorante de la fonction F une expression de la forme

$$\frac{M}{\left(1 - \frac{x + y + z + p_{10} + \ldots + p_{0,n-1}}{\rho}\right)\left(1 - \frac{p_{n0} + \ldots + p_{n-h+1,h-1} + p_{n-h-1,h+1} + \ldots + p_{0n}}{R}\right)}$$
$$- M\left(1 + \frac{p_{n0} + \ldots + p_{n-h+1,h-1}}{R}\right) = \Phi(x, y, z, p_{10}, \ldots, p_{0n}),$$

M, ρ et R étant des nombres positifs déterminés. Si l'on remplace dans Φ la variable x par $\frac{x}{\alpha}$, où α est un nombre positif inférieur à l'unité, on augmente tous les coefficients et la nouvelle fonction est *a fortiori* majorante pour F. Tout revient donc à démontrer que l'équation auxiliaire

$$(2) \qquad p_{n-h,h} = \Phi\left(\frac{x}{\alpha}, y, z, p_{10}, \ldots, p_{0n}\right)$$

admet une intégrale holomorphe représentée par un développement en série entière dont tous les coefficients sont réels et positifs. Or, si l'on cherche une intégrale de cette équation qui soit fonction de la seule variable $x + \alpha y = u$, on est conduit à l'équation différentielle ordinaire

$$(3) \qquad A\frac{\partial^n z}{\partial u^n} - B\left(\frac{\partial^n z}{\partial u^n}\right)^2 = \Psi\left(u, z, \frac{\partial z}{\partial u}, \ldots, \frac{\partial^{n-1} z}{\partial u^{n-1}}\right),$$

où A et B sont deux nombres positifs, *pourvu que α soit assez petit*, et où Ψ désigne une série entière, sans terme constant, dont tous les coefficients sont réels et positifs. Cette équation admet une intégrale qui est nulle, ainsi que ses n premières dérivées pour $u = 0$, et dont tous les autres coefficients sont positifs; le théorème énoncé est donc établi.

» Cette proposition permet d'étendre aux équations d'ordre n la théorie des caractéristiques. Soit (S) une surface intégrale d'une équation d'ordre n; on appelle *caractéristiques* les courbes situées sur cette surface, définies par l'équation différentielle du premier ordre

$$(4) \qquad P_{n0}\,dy^n - P_{n-1,1}\,dx\,dy^{n-1} + \ldots \pm P_{0n}\,dx^n = 0.$$

» Au moyen du théorème précédent, on peut démontrer en toute rigueur qu'il existe une infinité de surfaces intégrales, dépendant d'une infinité de constantes arbitraires, ayant un contact d'un ordre aussi élevé qu'on le voudra avec la surface (S) tout le long d'une caractéristique, pourvu que $\frac{dy}{dx}$ soit racine simple de l'équation (4).

» Appliqué aux équations du second ordre, le théorème va plus loin que le théorème rappelé au début de cette Note. Il en résulte en effet que deux courbes C et C', se coupant en un point O, déterminent une surface intégrale, pourvu que l'une des deux courbes soit tangente au point O à l'une des deux directions de caractéristiques de l'élément du second ordre qu'elles déterminent. En particulier, une intégrale est complètement définie si l'on se donne une caractéristique et une autre courbe quelconque rencontrant cette caractéristique. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le problème de M. Bonnet.* Note de M. **C. Guichard**, présentée par M. Darboux.

« M. Bonnet a démontré que, si les lignes de courbure se conservent dans la déformation d'une surface, la représentation sphérique des lignes de courbure de cette surface est la même que celle d'une surface à courbure totale constante. M. Bonnet a ainsi trouvé tous les réseaux qui sont à la fois O et C. Les questions les plus simples qu'on peut se poser dans cette voie sont ensuite celles de la détermination des réseaux 2O et C ou des réseaux O et 2C. Je vais montrer que ces deux problèmes sont équivalents.

» Soit $A(x_1 x_2 x_3)$ un point qui décrit un réseau O et 2C; ce réseau étant 2C sera applicable sur un réseau $B(y_1 y_2 y_3 y_4)$ de l'espace à quatre dimensions; parmi les congruences harmoniques à A se trouveront des congruences G qui sont 2O; le réseau A étant O, ces congruences sont C. Les réseaux parallèles à la congruence G seront 2O et C.

» Inversement soit G une congruence 2O et C; A un réseau O quelconque harmonique à G, A étant harmonique à une congruence 2O sera C ou 2C; en général il sera 2C : A sera donc O et 2C, ce qui établit l'identité des deux problèmes.

» Si les réseaux A et B sont donnés, on a facilement les congruences G; elles correspondent à la solution

$$\theta = a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_3 + a_4 y_4$$

de l'équation du réseau A; a_1, a_2, a_3, a_4 étant telles que l'on ait

$$a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 = 0.$$

» Chaque réseau, tel que A, admet ainsi ∞^2 séries de congruences 2 O et C qui lui sont harmoniques. Cherchons à caractériser ces congruences G. Menons par l'origine des axes coordonnés une droite g parallèle à G; G étant une congruence 2 O, il existera sur g deux points m et m', inverses l'un de l'autre, qui décriront des réseaux O. Soient x, y, z les coordonnées de ces points m; posons

$$(1) \qquad dx^2 + dy^2 + dz^2 = h^2 du^2 + l^2 dv^2;$$

x, y, z seront solutions de l'équation

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = \frac{1}{h} \frac{\partial h}{\partial v} \frac{\partial \theta}{\partial h} + \frac{1}{l} \frac{\partial l}{\partial u} \frac{\partial \theta}{\partial v}.$$

Pour que C soit cyclique, il faudra que l'on ait, en choisissant convenablement les variables u et v,

$$(3) \qquad x^2 + y^2 + z^2 = h^2 + l^2.$$

Nous appellerons *surfaces* S les surfaces décrites par les réseaux O qui satisfont à la condition (3). Posons maintenant

$$(4) \qquad \frac{\partial h}{\partial v} = lm, \qquad \frac{\partial l}{\partial u} = hn.$$

Ces quantités m et n restent les mêmes pour tous les réseaux O parallèles.

» Puisque la condition (3) est satisfaite, $h^2 + l^2$ sera solution de l'équation (2). En écrivant ce résultat et en tenant compte des équations (4) et de celles qui s'en déduisent par différentiation, on arrive à la condition

$$(5) \qquad \frac{\partial m}{\partial u} + \frac{\partial n}{\partial v} = 0.$$

Or cette condition caractérise *la représentation sphérique des surfaces isothermiques*. Si donc nous appelons *réseaux I* les réseaux qui ont leurs tangentes parallèles aux tangentes des lignes de courbure d'une surface isothermique, nous pourrons énoncer le résultat suivant :

» *Si une congruence est* 2 O *et* C, *les deux séries de réseaux* O *conjugués à cette congruence sont des réseaux I.*

» *Tout réseau* O *conjugué à une congruence* C *est un réseau* I.

» Comme la connaissance d'un réseau I permet de déterminer, à l'aide de quadratures, deux surfaces isothermiques, on peut encore dire :

» *Quand on connaît une congruence* 2O *et* C, *on peut, à l'aide de quadratures, seulement déterminer quatre surfaces isothermiques.*

» Par une autre méthode, je démontrerai que, réciproquement :

» *A tout réseau* I *est conjugué un système* ∞^5 *de congruences* G, *qui sont* C *et naturellement* 2O.

» Sur chacune de ces congruences G, se trouve un deuxième réseau O qui est I. De là une *première transformation*, qui permet de déduire d'une surface isothermique de nouvelles surfaces isothermiques. La théorie qui précède en met d'autres en évidence :

» Prenons, en effet, une congruence G qui est 2O et C; il y a ∞^1 systèmes de réseaux harmoniques A qui sont O et 2C; à chacun de ces réseaux sont harmoniques ∞^2 séries de congruences analogues à C. De là une *deuxième transformation* des surfaces isothermiques,

» Considérons enfin le réseau B de l'espace à quatre dimensions qui est applicable sur le réseau A. Ce réseau est un réseau C; il y a ∞^1 séries de congruences H, harmoniques à B et qui sont O et naturellement C. Prenons l'une de ces congruences et le système ∞^2 de réseaux à B' qui sont O et harmoniques à H. Ces réseaux B', harmoniques à une congruence O, seront en général C, et par conséquent applicables sur un réseau A' de l'espace à trois dimensions. Ces réseaux A' sont donc O et 2C, ce qui conduit à une *troisième transformation* des surfaces isothermiques.

» Enfin soit $M(x, y, z)$ un réseau 2O et C; il est applicable sur un réseau $M'(x', y', z')$; ce réseau M' sera aussi 2O. En effet le point M est la projection du réseau $O(x, y, z, \rho)$ de l'espace à quatre dimensions; le point (x', y', z', ρ) décrira aussi dans l'espace à quatre dimensions un réseau O, car de l'égalité

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = dx'^2 + dy'^2 + dz'^2$$

on déduit

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 + d\rho^2 = dx'^2 + dy'^2 + dz'^2 + d\rho^2.$$

» Cette remarque donne une *quatrième transformation* des surfaces isothermiques.

» Certains des résultats qui précèdent s'étendent à l'espace à n dimensions. Entre autres, le suivant : *La recherche des réseaux* O *de l'espace à* n *dimensions qui sont isothermiques est identique à celle des réseaux* O *de cet espace qui sont applicables sur des réseaux de l'espace à quatre dimensions.*

» Remarquons enfin que tout réseau O isothermique de l'espace à n dimensions est un cas particulier de pareils réseaux de l'espace à $(n+1)$ dimensions; que l'application des méthodes précédentes permet d'en déduire de véritables réseaux O I de l'espace à $(n+1)$. La même méthode permettra de passer du plan à l'espace ordinaire. On obtient ainsi de *nouvelles* surfaces isothermiques dépendant de deux fonctions arbitraires. »

PHYSIQUE. — *Compressibilité des gaz à diverses températures et au voisinage de la pression atmosphérique.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

« I. La compressibilité de la plupart des gaz à 16° est suffisamment bien représentée par la formule

$$(1) \qquad z = m(\theta - 98)^2 - n(\theta - 98)^3 + p(\theta - 98)^4,$$

dans laquelle θ est la température critique (absolue) du gaz, et $z = \mathcal{A}\pi 10^4$, π étant la pression critique et $\mathcal{A}$ le coefficient vrai pour la pression $\frac{\pi}{76}$ de la formule

$$(2) \qquad \frac{p_0 v_0}{pv} - 1 = a(p - p_0) + b(p - p_0)^2.$$

» Si l'on compte π en atmosphères, suivant l'usage, et p [1] en centimètres de mercure, on a

$$m = 135.10^{-5}, \quad n = 338.10^{-8}, \quad p = 146.10^{-10}.$$

» II. En vertu du principe des états correspondants, z prendra à T° la valeur qui convient à 16° (289, absolue) à un autre gaz normal dont la température critique serait $\theta' = \frac{289}{T} \times \theta = 289\chi$, si l'on pose $\chi = \frac{\theta}{T}$.

» Remplaçant θ par 289χ dans la formule (1), on obtient

$$(3) \qquad z_T = 17,4 - 120,5\chi + 266\chi^2 - 220\chi^3 + 102\chi^4.$$

» III. Inversement nous aurons besoin d'une formule qui donne la com-

---

(1) A. Leduc et P. Sacerdote, *Comptes rendus* du 2 août 1897. J'ai été conduit à modifier légèrement le coefficient p (146 au lieu de 145), en raison des résultats obtenus à 0°.

pressibilité des divers gaz à 0°. Elle sera de même nature que la formule (1) et la température 98° y sera remplacée par la température correspondante 93°. On aura donc

$$(4) \qquad z_0 = m'(\theta - 93)^2 - n'(\theta - 93)^3 + p'(\theta - 93)^4;$$

m', n' et p' sont liés aux coefficients de la formule (3) par cinq équations.

» Ayant tiré p' et n' des deux premières, on vérifie que les valeurs de m' données par les trois dernières sont sensiblement identiques.

$$m' = 153.10^{-5}. \qquad n' = 398.10^{-8}, \qquad p' = 183.10^{-10}.$$

» IV. Le coefficient vrai $\mathcal{A}_p$ et le coefficient moyen $A_{p_1}^{p_2}$ de la formule (2) peuvent se calculer au moyen des formules

$$(5) \qquad \mathcal{A}_p = \mathcal{A}_\pi + b(p - \pi),$$

$$(6) \qquad A_{p_1}^{p_2} = \mathcal{A}_\pi + 2b\left(\frac{p_1 + p_2}{2} - \pi\right),$$

dont le coefficient b est donné avec une exactitude suffisante, pour les températures inférieures au point critique, par la formule empirique

$$(7) \qquad U = b\pi^2.10 = 20\chi(\chi - 1),$$

» Pour les températures supérieures au point critique, le coefficient b est négatif et assez petit pour n'avoir ici aucune importance.

» J'ai calculé A_π^{76} et A_{76}^{152} à 0°, et A_{76}^{104} à 100°, qui me serviront ultérieurement. On verra qu'une erreur, même de 5 unités sur $b.10^8$, n'a pas grande importance tant que la pression ne dépasse pas 2 atmosphères.

» V. Quant aux gaz qui n'appartiennent pas à la série normale, il m'a paru convenable, jusqu'à plus ample information, de les classer en deux groupes seulement et d'admettre que les courbes en z qui leur correspondent sont semblables à celles que représente l'équation (3).

» Les ordonnées z correspondant au groupe des gaz plus compressibles s'obtiennent en multipliant celles du groupe normal par 1,16 (cela semble résulter des expériences sur le gaz ammoniac et le chlorure de méthyle). Dans ce groupe, qui comprend le formène, j'ai fait rentrer l'éthane.

» L'acide sulfhydrique et l'hydrogène phosphoré représentent le groupe des gaz moins compressibles. Leurs ordonnées z sont les 0,84 environ de celles du groupe normal. Le chlore semble appartenir à ce groupe.

» J'ai majoré ou réduit les coefficients b dans le même rapport que z.

» *Remarques.* — 1° Les conventions adoptées dans ce paragraphe sont

quelque peu arbitraires. On verra pourtant, à propos des coefficients de dilatation et des densités, que les données numériques auxquelles elles conduisent sont très utilisables.

» 2° Les formules (1), (3) et (4) ne s'appliquent pas à l'hydrogène.

» 3° L'exactitude de nos résultats est subordonnée à celle des données critiques.

			A 0°.					A 100°.		
Gaz.	θ.	π.	z.	$b.10^8$.	$10^6.A_\pi$.	$10^6.A_\pi^{76}$.	$10^6.A_{76}^{152}$.	z.	$10^6.A_{76}^{104}$.	τ.
H	−234°	20	»	»	− 6	»	»	»	»	− 160°
Az	−146	35	1,6	»	+ 5	»	»	0	0	+ 100
CO	−139,5	35,5	2,2	»	6	»	»	0,03	0	120
O	−118,8	50,8	5	»	10	»	»	0,5	2	180
Az O	− 93,5	71,2	10	»	14	»	»	2	3	250
C^2H^4	+ 10	51	52	3	101	102	105	17	33	560
CO^2	31	77	67	5	87	87	91	22	29	620
Az^2O	36,4	73,1	71	6	98	98	103	23	32	640
C^2H^2	37	67	72	7	107	108	114	24	36	640
H Cl	52,2	83	86	7	103	102	107	28	34	680
Cy	124	61,7	186	34	301	306	336	57	94	890
$(CH^3)^2O$	129,6	57	197	43	345	353	394	60	108	910
$CH^3.AzH^2$	155	72	252	34	350	351	378	74	106	980
SO^2	155,6	78,9	254	29	323	329	343	75	97	980
$(CH^3)^3Az$	160,5	41	266	119	650	688	810	78	213	1000
$(CH^3)^2AzH$	163	56	273	60	487	500	557	80	152	1010
CH^4	− 81,8	54,9	14	»	26	26	26	3,4	6	290
C^2H^6	+ 35	45,2	81	16	180	185	202	27	59	630
Az H^3	131	113	231	13	205	200	205	70	61	910
CH^3Cl	141,5	73	257	22	352	353	370	77	106	940
PH^3	52°,8	64	73	9	114	115	123	24	37	680
H^2S	100°	90	122	11	136	135	141	38	42	820
Cl	146	93,5	195	17	210	207	217	57	61	950

» VI. Nos formules permettent de calculer la température à laquelle un gaz, dont on connaît la température et la pression critiques, présente une certaine compressibilité au voisinage d'une pression donnée.

» On peut calculer bien plus aisément encore la température τ^o à laquelle chaque gaz suit la loi de Mariotte au voisinage de π^{cm}. C'est, en effet, la température qui correspond à θ comme 0° correspond à − 180°.

$$\frac{\tau + 273}{\theta} = \frac{273}{93}.$$

» On a l'habitude de dire, par exemple, que l'anhydride carbonique suit la loi de Mariotte au voisinage de la pression atmosphérique vers 200° ou 300°, tandis que nous trouvons ici plus de 600°.

» En réalité, l'écart de l'acide carbonique, par rapport à la loi de Mariotte, à 300°, est à peu près égal à celui de l'air à la température ordinaire. Quels que soient l'outillage et le talent de l'opérateur, un semblable écart est impossible à découvrir à une température aussi élevée; car cela exigerait que cette température fût repérée à 0°,02 près. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les poids atomiques de l'argon et de l'hélium.* Note de M. H. WILDE.

« C'est un fait très digne de remarque que, tandis que les savants qui ont découvert l'argon ont essayé de faire rentrer le nouveau constituant de l'atmosphère dans le système périodique, aucune tentative n'a été faite en même temps pour trouver une place pour ce corps dans l'une quelconque des familles naturelles des éléments.

» Le poids atomique de l'argon, tel qu'il est déduit de sa chaleur spécifique, est déclaré, par ceux qui l'ont découvert, être égal à 40. Mais la place marquée pour lui dans le système périodique est déjà occupée par le calcium, avec le même poids atomique; tandis que les propriétés physiques et chimiques du nouveau corps ne présentent aucune analogie avec la famille à laquelle appartient le calcium, non plus qu'avec les familles d'éléments situées de chaque côté de celle-ci.

» M. Berthelot a déjà communiqué à l'Académie les résultats de ses expériences sur la combinaison de l'argon avec des hydrocarbures et avec le sulfure de carbone, et il a montré que le nouveau gaz est plus étroitement allié à l'azote qu'à tout autre gaz. Il a aussi fait remarquer que comme l'argon est, dans les limites des erreurs qui peuvent avoir été commises, une fois et demie plus dense que l'azote, le gaz inerte est, par rapport à l'azote, dans la même relation que l'ozone vis-à-vis de l'oxygène; avec la différence fondamentale que l'argon et l'azote ne sont pas plus transformables l'un dans l'autre que les métaux isomériques ou polymériques [1].

» Les vues de M. Berthelot sur la nature de l'argon sont partagées par d'autres chimistes éminents, qui ont aussi fait remarquer son analogie avec

[1] *Comptes rendus*, t. CXX, p. 584-585; 1895.

l'ozone. Cette ressemblance me frappa si fortement que je fus amené à faire quelques expériences dans le but d'effectuer la transformation du spectre de l'azote et de l'argon l'un dans l'autre. L'azote de l'atmosphère, desséché à 1^{mm} de pression et refroidi à une température de $-76^{\circ}C.$ (en immergeant le tube contenant le gaz dans un mélange d'acide carbonique solide et d'éther sulfurique), fut soumis à la décharge électrique silencieuse pendant huit heures, sans qu'aucun changement n'apparût dans le spectre dudit azote.

» Le même résultat négatif fut obtenu en faisant passer de fortes étincelles d'induction à travers l'azote, à une pression de 20^{atm} pendant le même laps de temps, avec des électrodes de différents métaux.

» Aucun changement ne fut opéré dans le spectre de l'argon lorsque ce gaz fut soumis à l'action des étincelles à une température de $-76^{\circ}C.$ et à une pression de 3^{mm}, non plus qu'à la pression atmosphérique ordinaire. Des circonstances imprévues ont interrompu le cours de ces expériences, mais je me propose de les reprendre, avec l'argon et l'azote, à des pressions plus élevées.

» Considérant les doutes qui ont été exprimés par des chimistes au sujet du caractère élémentaire de l'argon, j'ai hésité à lui assigner une place dans ma Table des éléments, disposée d'après les proportions multiples de leurs poids atomiques. Cependant, tant que tous les efforts faits pour effectuer la transformation réciproque de l'azote et de l'argon échoueront, on devra accorder au nouveau gaz le rang d'élément.

» L'azote, dans ma Table, est le premier membre de la série $H \times 7n$, soit $2H \times 7$; son poids atomique 14 étant exprimé par le même nombre que celui qui exprime sa gravité spécifique, comme pour d'autres gaz élémentaires aux températures ordinaires ; l'argon, par conséquent, a sa place comme second membre de la même série, $3H \times 7$, entre l'azote et le silicium, avec un poids atomique de 21 ; sa propriété remarquable d'inertie en présence des réactifs étant aussi analogue à celle des autres membres de la même série.

» Exactement comme dans le cas de l'argon, diverses tentatives ont été faites pour trouver une place pour l'hélium dans le système périodique; plutôt que pour le placer dans les familles naturelles d'éléments. Le professeur Ramsay et d'autres chimistes ont proposé de placer l'hélium entre l'hydrogène et le lithium, pour cette unique raison que son poids atomique est compris entre ceux de ces deux éléments; sans avoir égard à ce fait que l'admission d'un élément à cette place nécessiterait la création

d'une autre série horizontale, d'au moins sept membres, ou exigerait le déplacement d'autres membres de la série verticale; ce qui amènerait une nouvelle confusion dans le système prétendu périodique.

» Regardant comme admis que l'hélium était un mélange de deux gaz élémentaires, comme l'avaient d'abord assuré les professeurs Runge et Paschen, je me hasardai à identifier ces gaz supposés avec les molécules typiques $H \times 2$ et $H \times 3$ placées à la tête de ma Table (¹). Les recherches postérieures des professeurs Ramsay et Runge ont montré, cependant, que l'expérience qui avait semblé prouver que l'hélium était un mélange de deux éléments était illusoire; car les éléments constitutifs du gaz, que l'on alléguait être l'un plus dense, l'autre plus léger, produisaient le même spectre (²). Il serait intéressant de savoir si la méthode de diffusion, montrant que l'hélium est un mélange de particules plus denses et plus légères, est confirmée par la balance; car le degré de diffusion à travers une cloison poreuse peut être affecté par plusieurs causes, sans prendre le caractère de différences anomales de densité du même gaz élémentaire sous une pression constante.

» D'après cette raison que les poids atomiques de gaz élémentaires à des températures ordinaires sont exprimés par les mêmes nombres que leurs gravités spécifiques, le poids atomique de l'hélium sera 2, et l'élément est identique à la molécule typique $H \times 2$ à la tête de la seconde série de ma Table.

» La Table des éléments dont il a été question avec les poids atomiques exprimés en multiples des molécules typiques à la tête de chaque série se trouve dans les *Manchester Memoirs*, 1878, 1886 et 1895. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les acides stanniques*. Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« I. Les données expérimentales qui servent de base à l'histoire des acides stanniques sont confuses et contradictoires. En voici un court exposé :

» 1° L'acide stannique se transforme en acide métastannique par la dessiccation; on

(¹) *Phil. Mag.*, Vol. XL, p. 466; 1895.

(²) *Travaux de l'Association britannique*, Toronto, 1897; *Nature*, p. 380; 19 août 1897.

ne peut donc l'isoler dans l'état sec (Berzelius, Graham). L'acide stannique peut être isolé sans altération (Neumann, Schiff, Lorenz).

» 2° La composition de l'acide stannique est la même que celle de l'acide métastannique (mêmes auteurs). Elle en diffère (van Bemmelen).

» 3° L'acide métastannique desséché dans le vide répond à la composition $(SnO^2)^5, 5H^2O$ (Fremy). Il répond à la composition $(SnO^2)^5, 4H^2O$ (Schaffner, van Bemmelen).

» 4° Les métastannates ont pour formule : $Sn^3O^7M'^2$ (Fremy, 1844); $Sn^5O^{11}M'^2$ (Fremy, 1848); $Sn^7O^{15}M'^2$ (H. Rose, Weber). Les métastannates n'existent pas; les produits désignés sous ce nom sont des stannates avec excès d'acide stannique (Berzelius, Löwenthal).

» 5° L'acide stannique se transforme directement en acide métastannique (Berzelius, Graham). Il existe entre l'acide stannique et l'acide métastannique deux ou plusieurs acides définis intermédiaires (Musculus, Léo Vignon) (¹).

» II. Dans deux précédentes Communications (séances du 5 avril et du 7 septembre 1897), j'ai indiqué la préparation, la formule et les propriétés principales de deux composés nouveaux : le chlorure de métastannyle et le chlorure de parastannyle. C'est l'obtention d'un nouvel acide stannique, bien caractérisé comme espèce chimique distincte, qui m'a conduit à ce résultat. Inversement la possibilité de reconnaître maintenant, les uns en présence des autres, les chlorures stannique, métastannique et parastannique m'a permis, en transformant en chlorures les divers hydrates stanniques ou produits considérés comme tels, étudiés par les auteurs, de distinguer les composés définis d'avec les mélanges et d'éclaircir, définitivement je pense, l'obscure question des hydrates stanniques.

» III. Les résultats de mes recherches peuvent se résumer brièvement comme suit :

» 1° L'acide métastannique pur, isolé d'un métastannate ou du chlorure de métastannyle et desséché dans le vide sec, a bien la composition $(SnO^2)^5, 5H^2O$ que lui a assignée Fremy dans son deuxième Travail. Il contient environ 11 pour 100 d'eau (théorie : 10,7).

» 2° L'acide stannique isolé du chlorure stannique et débarrassé rapidement et le mieux possible de l'eau qui le mouille, soit par essorage, soit par compression à 300 atmosphères, renferme 32,7 pour 100 d'eau (moyenne de cinq déterminations concordantes; théorie pour $SnO^2, 4H^2O$: 32,4 pour 100).

(¹) La diminution progressive avec le temps de la chaleur de neutralisation de l'acide stannique observée par M. Léo Vignon s'explique tout aussi bien par une transformation directe de l'acide stannique en acide métastannique.

» 3° Exposé à l'air, ce composé prend rapidement l'apparence d'un corps tout à fait sec; mais il perd néanmoins de l'eau. En même temps, il se transforme partiellement en acide métastannique, dont la présence est démontrable par la formation de chlorure de métastannyle sous l'influence de l'acide chlorhydrique. Cette même transformation a lieu lorsqu'on conserve l'acide stannique dans l'eau.

» 4° Si l'on poursuit l'étude de cette transformation de l'acide stannique en un corps renfermant, après dessiccation dans le vide, 10,7 pour 100 d'eau, on observe ce fait imprévu, c'est qu'on aboutit à un produit qui, après dessiccation dans le vide, ne renferme plus que 8 pour 100 d'eau environ. Ce produit ne subit plus de modification ultérieure; j'en ai conservé pendant trois ans à l'air sans le voir changer ni dans sa composition, ni dans ses propriétés. L'acide chlorhydrique le transforme en un mélange de chlorure stannique et de chlorure de métastannyle. *La transformation, à froid, de l'acide stannique en acide métastannique est donc limitée.*

» 5° Ce fait rend compte des contradictions entre les expérimentateurs et, notamment, des différences entre les quantités d'eau trouvées dans les composés désignés tantôt sous le nom d'*acide stannique*, tantôt sous celui d'*acide métastannique*.

» La seule interprétation possible de ce phénomène me paraît la suivante : il se forme dans la transformation de l'acide stannique en acide métastannique une combinaison entre les deux composés, un *stannate de métastannyle*. Un semblable composé prendrait en effet naissance aux dépens de ses composants avec élimination d'eau, comme tout sel formé à partir de son acide et de sa base; d'où la moindre quantité d'eau contenue dans ce produit.

» Une démonstration rigoureuse de l'exactitude de cette interprétation exigerait la preuve que le produit limite auquel aboutit la transformation de l'acide stannique renferme exactement une molécule d'acide stannique pour une molécule d'acide métastannique. Je ne puis apporter cette preuve, faute d'un moyen de séparation quantitative des chlorures stannique et métastannique.

» Mais cette interprétation, outre qu'elle paraît la seule qui puisse expliquer le phénomène, trouve une confirmation qui paraîtra concluante dans les faits suivants :

» Dans un premier Travail (1844) Fremy assigne au métastannate de potassium la formule $Sn^3O^7K^2$ qui répond exactement à celle d'un mélange

molécule à molécule, de stannate et de métastannate de potassium :

$$SnO^3K^2 + Sn^5O^{11}K^2 = Sn^6O^{14}K^4 = 2Sn^3O^7K^2.$$

En 1848 Fremy reconnaît qu'il a analysé un mélange de stannate et de métastannate ; il avait transformé manifestement en sel de potassium un prétendu acide métastannique qui n'était autre chose que le produit limite dont je viens de parler.

» En 1868, Musculus abandonne à lui-même de l'acide stannique. Après vingt-quatre heures, il transforme ce produit en sel de potassium et obtient, à l'analyse, la formule $Sn^3O^5K^2$; après quelques jours il obtient le produit $Sn^3O^7K^2$. Il retrouve donc l'acide $Sn^2O^7H^2$ que Fremy avait montré en 1848 n'être qu'un mélange d'acides stannique et métastannique. Si la transformation de l'acide stannique en acide métastannique se continuait jusqu'au bout, Musculus aurait nécessairement trouvé le sel $Sn^4O^9K^2$ qu'il a cherché. Il constate qu'il n'a pu trouver de quatrième terme, nouvelle preuve de l'arrêt de transformation au moment où le produit répond à la composition d'un mélange d'une molécule d'acide stannique pour une molécule d'acide métastannique. D'après ce qui précède, on voit que les prétendus acides de Musculus ne sont que des mélanges. Il suffit d'ailleurs de lire le passage suivant de Musculus (*Annales de Chimie*, 4e série, t. XIII, p. 102) pour en trouver la preuve donnée par l'auteur lui-même : « L'hydrate $Sn^3O^7H^2$ traité par l'acide chlorhydrique au maximum de concentration donne une partie insoluble et une partie soluble. » La partie insoluble est du chlorure de métastannyle, la partie soluble du chlorure stannique. (Voir mes Notes précédentes.)

» Dans une prochaine Communication j'exposerai mes recherches sur l'action de l'acide azotique sur l'étain ; cet exposé terminera l'histoire des acides stanniques. »

CHIMIE. — *Emploi de la fluorescéine pour la recherche de traces de brome dans un mélange salin.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Troost.

« Nous avons signalé, M. P. Rivals et moi ([1]), un procédé de décomposition des bromures basé sur l'action d'un mélange de permanganate de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 859, et t. CXXV, p. 527 et 607.

potassium et d'un sel soluble de cuivre. Il m'a paru utile de rechercher un moyen pratique permettant de constater rapidement si cette décomposition était complète à un moment donné et, par suite aussi, de reconnaître des traces minimes de bromure dans un composé salin.

» Dans ce but, j'ai pensé à utiliser la fluorescéine, que le brome transforme facilement en éosine ou dérivé tétrabromé. En opérant, comme je l'ai fait, avec ce que j'appellerai du *papier* de fluorescéine, le passage de la teinte jaune à la nuance rose de l'éosine est si sensible qu'on peut reconnaître avec certitude et sans difficulté aucune la présence de $0^{gr},001$ d'un bromure alcalin dans 5^{gr} à 10^{gr} de sel marin.

» Ce papier se fait très aisément. La fluorescéine, obtenue en portant pendant trois heures à 190°-200° les proportions voulues d'acide orthophtalique et de résorcine, est purifiée, puis traitée par de l'acide acétique pur à 40 ou 50 pour 100. C'est cette solution acétique filtrée qui sert à la préparation. On y plonge du papier écolier jusqu'à parfaite imbibition et on laisse sécher. Suivant la concentration de la liqueur de fluorescéine, la teinte jaune est plus ou moins intense, mais cela n'a aucune importance, l'action restant toujours très nette. Pour employer ce papier, qui se conserve aussi bien que celui de tournesol, on le mouille et, à la moindre trace de brome, il prend une coloration rosée qui tranche avec la nuance jaune de la portion non altérée.

» Dans le cas qui nous occupe, pour opérer, on procède de la façon suivante : le sel à analyser ou à étudier ayant été introduit avec le mélange oxydant dans le ballon à réaction décrit antérieurement, on glisse dans le tube à dégagement, dès le commencement de l'opération s'il s'agit d'un simple essai, au dernier moment, au contraire, si l'on veut s'assurer de l'élimination totale du brome lors d'un dosage, un petit morceau de papier de fluorescéine roulé en cigarette et humide. Le brome, s'il en existe, entraîné par le courant d'air lancé dans l'appareil, se fixe alors sur la fluorescéine au moment où il rencontre le papier, et le changement de teinte a lieu. La vitesse du virage varie avec la richesse en brome : s'il y en a en quantité notable, le virage se produit instantanément sur toute la surface du papier; n'en existe-t-il au contraire que des traces, ce n'est que peu à peu qu'apparaissent, aux places où le petit rouleau de papier de fluorescéine livre passage au courant gazeux, des stries roses qui se détachent sur le fond jaune.

» Il reste entendu que toute matière organique, liège ou autres, doit être exclue de l'appareil.

» Le procédé n'est pas applicable directement à un mélange de chlore et de brome libres, du moins si le chlore est en grand excès, parce qu'il agit également sur la fluorescéine en donnant le dérivé chloré. Sans doute, en pareil cas, la confusion entre les deux corps n'est pas possible, le dérivé chloré étant blanchâtre; mais, comme le brome n'a plus d'action sur ce composé, on voit que la présence de petites quantités de brome peut rester masquée, la coloration caractéristique qui décèle cet élément ne pouvant plus se produire.

» On conçoit donc que, pour reconnaître des traces de brome dans du chlore libre, le papier de fluorescéine ne puisse être recommandé, mais le principe de la méthode peut être utilisé en transformant préalablement les deux éléments halogènes en chlorure et bromure et en ramenant ainsi la question à l'étude d'un mélange de ces deux sels. Je n'insiste pas sur cette transformation qui est une opération élémentaire.

» Deux exemples suffiront pour montrer la sensibilité du procédé.

» 1° Dans 100^{cc} d'eau contenant 16^{gr} de $CuSO^4 + 5H^2O$ et $0^{gr},7$ de MnO^4K (liqueur qui, ainsi que nous l'avons vu, décompose complètement les bromures à 100°), on introduit, à l'aide d'une liqueur titrée, $0^{gr},001$ de KBr, et l'on chauffe au bain-marie. La température voulue étant atteinte, on fait passer lentement le courant d'air. Au bout de quelques minutes, la formation d'éosine sur le papier de fluorescéine, introduit dans le tube à dégagement, révèle la présence du brome.

» 2° Dans 15^{cc} d'une solution de sulfate de cuivre saturée à froid (17°), on verse 5^{gr} de NaCl pur et $0^{gr},6$ de MnO^4K. Avec un liquide aussi riche en chlorure, l'intervention de la chaleur, comme nous savons, donnerait lieu à un léger dégagement de chlore. Lorsque tout le sel marin est dissous, on fait donc barboter l'air sans chauffer, c'est-à-dire à la température ordinaire. Au bout de dix minutes, le papier de fluorescéine n'a pas changé de teinte. On arrête alors, on laisse tomber dans le mélange $0^{gr},001$ de KBr, on referme et l'on rétablit la circulation d'air. En quatre ou cinq minutes, le papier de fluorescéine témoin accuse encore, du fait des stries roses qu'il porte, l'existence du brome dans l'air qui sort du ballon.

» Je ne crois pas utile d'insister longuement sur les services que peut rendre dans la pratique l'emploi de ce papier de fluorescéine pour la reconnaissance des bromures solubles [1]. Une petite quantité du composé, traitée à froid dans un simple tube à essai par quelques centimètres cubes d'une solution concentrée du mélange oxydant, donne assez de brome

(1) Je réserve, pour le moment où je m'occuperai des sels halogénés d'argent, l'indication du procédé à employer pour la décomposition des bromures insolubles.

pour que le papier placé à l'orifice du tube change de teinte et enlève toute incertitude sur la nature du corps qui se dégage.

» Nous ajouterons, pour terminer, que la présence d'un iodure ne peut en rien fausser les résultats, si on le transforme d'abord en iodate en chauffant la dissolution avec un peu de permanganate. L'iodate formé, il ne peut plus, en quelques conditions que ce soit, se produire d'iode libre lorsqu'on ajoute le sel de cuivre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'identité cristallographique des asparagines dextrogyre et lévogyre.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. Friedel.

» Dans un Mémoire publié cette année (*Berichte der d. ch. G.*, t. XXX, p. 91), M. Walden cherche à prouver qu'il existe des exceptions à la loi de Pasteur, qui définit les relations de l'activité optique et de l'hémiédrie cristalline. Il signale à ce propos des différences d'angles qui ont éte observées par M. Grattarola entre l'asparagine gauche (ordinaire) et l'asparagine droite (*Zeit. für Crist.*, t. XX, p. 618).

» Les paramètres calculés en partant des mesures de M. Grattarola sont les suivants :

	a.	*b.*	*c.*
Asparagine gauche................	0,4735	1	0,8273
Asparagine droite...............	0,4732	1	0,8349

» La différence entre les valeurs du rapport $\frac{c}{b}$ est faible, mais néanmoins elle dépasse la limite des erreurs de mesure. La thèse soutenue par M. Walden aurait été justifiée si cette différence s'était retrouvée sur d'autres cristaux et toujours dans le même sens. Il était donc utile de faire de nouvelles expériences pour contrôler les chiffres de M. Grattarola.

» J'ai mesuré quatre cristaux d'asparagine lévogyre et deux cristaux d'asparagine dextrogyre provenant d'un don fait par M. Piutti lui-même.

» L'écart maximum des déterminations de l'angle en litige $\left(e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{1}{2}}\right)$ a été de 3′ pour la première et de 5′ pour son inverse. Les rapports axiaux déduits de ces mesures sont les suivants :

	a.	*b.*	*c.*
Asparagine gauche.............	0,4752	1	0,8294
Asparagine droite................	0,4741	1	0,8310

» Les différences seraient encore moindres si l'on avait éliminé un des cristaux de M. Piutti qui présentait des facettes un peu striées. Elles rentrent néanmoins déjà dans les limites d'erreurs de mesure, et l'on peut en conclure l'identité cristallographique des deux asparagines dextrogyre et lévogyre qui ne se distinguent par conséquent que par la position de leurs facettes hémiédriques. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude de la transformation des matières sucrées en huile dans les olives.* Note de M. C. GERBER, présentée par M. Chatin.

« Le but de cette Note est d'essayer de fournir une preuve directe de la transformation des matières sucrées et, en particulier, de la mannite, en corps gras, dans les olives.

» Cette preuve ne semble pas avoir été faite jusqu'ici. En effet, de Luca ([1]) a bien montré l'existence de la mannite dans les olives vertes; il a montré également que cette substance ne se trouve en forte proportion que pendant la première période du développement de ces fruits et que, ensuite, « elle diminue progressivement à l'accroissement des olives » et aussi à l'accroissement de la matière grasse, si bien que, lorsque les » olives contiennent le maximum d'huile, la mannite a complètement dis- » paru ». Il en a conclu « qu'il doit exister quelques relations entre ces » matières », et, depuis lors, la mannite est généralement considérée comme étant l'origine de la matière grasse contenue dans la pulpe de l'olive. Cependant, il faut bien reconnaître que, de ce qu'un corps disparaît alors qu'un autre apparaît dans un fruit encore fixé à l'arbre, il ne s'ensuit pas que le premier ait donné naissance au second.

» Par l'étude des échanges gazeux qui se produisent entre l'atmosphère et les olives aux diverses phases de leur développement, nous avons trouvé qu'il en est réellement ainsi pour les fruits de l'olivier.

» En effet, cette étude nous a montré que :

» 1° Le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ des olives est inférieur à l'unité pendant leur jeune âge, c'est-à-dire pendant la période où de Luca a constaté l'existence d'une forte proportion de mannite et celle d'une quantité très faible de corps gras.

([1]) *Comptes rendus*, 26 août 1861; 15 septembre 1862; 22 septembre 1862.

» C'est ainsi que, le 15 juillet, une olive verte, pesant $0^{gr},42$, a donné à 31° :

$$CO^2 = 321^{cc}, \qquad O = 400^{cc},64, \qquad \frac{CO^2}{O} = 0,79$$ (1).

» 2° Le quotient respiratoire devient supérieur à l'unité quand les olives, tout en étant vertes encore, sont beaucoup plus grosses, et quand elles deviennent rouge violacé, c'est-à-dire pendant la période où de Luca a constaté la diminution de la mannite et l'augmentation des corps gras. C'est ainsi que, le 6 octobre, une olive verte pesant $3^{gr},30$ a donné à 31° :

$$CO^2 = 134^{cc},1, \qquad O = 82^{cc},17, \qquad \frac{CO^2}{O} = 1,51$$

et, à la même date, une olive à moitié violette, pesant également $3^{gr},30$:

$$CO^2 = 130^{cc},9, \qquad O = 91^{cc},56, \qquad \frac{CO^2}{O} = 1,43.$$

» 3° Le quotient respiratoire, supérieur à l'unité, des olives séparées de l'arbre pendant la période précédente diminue peu à peu de valeur et devient enfin inférieur à l'unité, si l'on continue l'expérience pendant plusieurs jours. A ce moment la mannite a complètement disparu.

» C'est ainsi qu'une olive verte pesant $5^{gr},60$ a donné à 17° :

Date.	Durée de l'expérience.	CO^2 dégagé.	O absorbé.	$\frac{CO^2}{O}$.
	heures	cc	cc	
11 octobre	25	48,53	33,28	1,46
12 »	22	48,69	34,78	1,40
13 »	22,50	45,35	34,35	1,32
14 »	22	39,13	34,33	1,14
15 »	22,92	31,48	31,80	0,99
16 »	26,50	26,13	26,13	1
18 »	35,33	20,75	26,02	0,82
19 »	33,08	18,83	24,45	0,77
21 »	38,17	16,99	24,62	0,69
22 »	33	17,15	25,22	0,68

» Comme, d'un côté, les olives ne contiennent aucun des acides citrique,

(1) Les quantités de gaz carbonique dégagé et d'oxygène absorbé sont évaluées par kilogramme d'olives et par heure.

tartrique, malique, lesquels déterminent un quotient supérieur à l'unité que nous avons appelé *quotient d'acides*, et que, de l'autre, ces fruits ne produisent pas d'alcool, lequel est accompagné d'un quotient également supérieur à l'unité que nous avons appelé *quotient de fermentation*, nous sommes bien obligé d'admettre quelques relations entre ce quotient supérieur à l'unité et la destruction de la mannite.

» Or, si la mannite était simplement oxydée, le quotient serait inférieur à l'unité :

$$\underbrace{C^6H^{14}O^6}_{\text{Mannite.}} + 13O = 6CO^2 + 7H^2O; \quad \frac{CO^2}{O} = 0,92.$$

» Au contraire, si la mannite, comme aussi les hydrates de carbone, se transforme en corps gras, cette transformation ne peut se produire qu'avec un quotient supérieur à l'unité. En effet, la formule de la mannite diffère de celle des principes constituants de l'huile d'olive, par de l'hydrogène et de l'oxygène en excès. Si, avec M. Gautier ([1]), on admet la transformation de la mannite en huile, uniquement par départ de ces deux éléments à l'état d'eau et de gaz carbonique, on a l'équation suivante :

$$\underbrace{11C^6H^{14}O^6}_{\text{Mannite.}} = \underbrace{C^{51}H^{94}O^6}_{\text{Margaro-oléine.}} + 30H^2O + 15CO^2.$$

L'atmosphère s'enrichira donc en gaz carbonique.

» Indépendamment de cette transformation, on doit observer, dans les olives ainsi que dans toutes les plantes, les phénomènes généraux de la respiration qui, en l'absence des acides citrique, tartrique, malique et d'alcool, se traduit par un quotient inférieur ou au plus égal à l'unité, comme il résulte des travaux de MM. Bonnier et Mangin. La superposition de ces deux phénomènes : formation d'huile aux dépens de la mannite et respiration normale, se traduira donc à nos yeux par un quotient supérieur à l'unité ([2]). Or, nous venons de constater l'existence de ce quotient.

([1]) *Chimie biologique*, 1re édition, p. 58.

([2]) La transformation des matières sucrées en huile pourrait encore se faire avec un dégagement d'oxygène (Mulder, Morot) ou d'oxygène et de gaz carbonique; mais, ainsi que nous nous en sommes assuré, il en résulterait également un quotient supérieur à l'unité : celui-ci constitue donc une preuve de la transformation des matières sucrées en huile.

» *Conclusions.* — 1° Les olives présentent, lorsque la proportion de la mannite diminue et que celle de l'huile augmente, un quotient supérieur à l'unité;

» 2° Ce quotient est dû à la formation, dans l'olive même, de l'huile aux dépens de la mannite.

» Un certain nombre de graines oléagineuses, les ricins en particulier, nous ont présenté, à un certain moment de leur développement, un quotient respiratoire supérieur à l'unité. Nous exposerons le résumé de ces recherches dans une prochaine Note, ainsi que les conclusions générales, sur la formation des corps gras dans les graines et fruits oléagineux qui en découlent. »

BOTANIQUE. — *La greffe mixte*. Note de M. **L. Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que dans les greffes ordinaires on supprime avec soin toutes les pousses du sujet au moment même de l'opération. Quelquefois, pour faire monter plus facilement la sève au niveau de la greffe, on conserve au sommet du sujet un bourgeon d'appel ou quelques branches feuillées de faible dimension. Dans ce dernier cas, la conservation du bourgeon est toujours *temporaire* et l'on s'empresse de *supprimer radicalement le tout* après la reprise, car, dit-on, la vie du greffon se trouverait infailliblement compromise par le développement plus rapide des pousses du sujet.

» Jamais on n'a songé à laisser *à demeure* des pousses au sujet en surveillant leur développement et en empêchant, par une taille raisonnée, le sujet de tuer le greffon.

» S'il était cependant possible de maintenir ainsi un équilibre artificiel, variable avec l'âge, entre le sujet et le greffon qui assimileraient alors à la fois et transformeraient en sèves élaborées différentes une même sève brute, les conditions d'existence des deux plantes différeraient sensiblement dans ce procédé et dans l'ancien.

» En conservant des branches feuillées au sujet, la symbiose entre les deux plantes atteindrait son maximum de complexité. Pour distinguer le procédé nouveau de l'ancien, je le désignerai sous le nom de *greffe mixte*.

» Les conditions biologiques n'étant pas les mêmes dans la greffe ordinaire et dans la greffe mixte, on pouvait s'attendre à les voir donner des

résultats différents, tant dans la réussite même des greffes que dans les réactions réciproques du sujet et du greffon.

» Les expériences suivantes montrent qu'il en est bien ainsi.

» I. *Greffe du Cerisier ordinaire sur le Laurier-Cerise.* — Tandis que l'on greffe facilement les plantes à feuilles persistantes sur les végétaux à feuilles caduques, la greffe inverse passe pour difficile et même pour impossible. La raison, c'est que le sujet à feuilles persistantes étant privé de feuilles par le fait de la greffe (greffe ordinaire), est forcé pendant l'hiver de recourir au greffon pour assurer son existence. Or le greffon perd ses feuilles pendant cette saison et ne peut lui rendre ce service d'une manière efficace : de là l'insuccès final de la greffe ordinaire.

» Avec la greffe mixte, il en est tout autrement. J'ai écussonné, au printemps de 1891, le Laurier-Cerise (*Prunus Lauro-Cerasus*) sur le Merisier (*Cerasus avium*), en laissant des pousses feuillées au sujet et en les pinçant sévèrement dès qu'elles prenaient un développement inquiétant pour le greffon.

» L'année suivante, j'ai laissé volontairement trop de feuilles au sujet : le greffon a souffert, a peu poussé et les pucerons l'ont vivement attaqué. A partir de ce moment, j'ai été fixé. Une taille plus sévère du sujet lui a redonné la vigueur et la résistance nécessaires. En laissant chaque année un nombre de feuilles proportionné à la taille croissante du greffon, l'équilibre de végétation entre les deux plantes a été parfait et leur croissance simultanée n'a rien laissé à désirer. Le greffon dont certaines pousses ont atteint une longueur annuelle de 1^{m} environ a déjà fructifié deux fois.

» Je puis donc considérer cette greffe comme ayant réussi définitivement et dire que, dans ce cas au moins, le greffage mixte permet d'obtenir plus facilement la greffe d'un arbre à feuilles caduques sur un arbre à feuilles persistantes.

» II. *Greffe du Haricot noir de Belgique sur le Haricot de Soissons gros.* — La greffe des Haricots et autres plantes à tiges creuses, considérée comme impossible, réussit fort bien par le procédé de la greffe sur germination ([1]).

» Pour mieux observer les différences produites par le procédé de la greffe ordinaire et par celui de la greffe mixte, j'ai choisi deux variétés aussi différentes que possible : 1° le Haricot noir de Belgique, nain, assez précoce, à courte inflorescence de 3 à 5 fleurs violettes donnant 2 à 3 fruits à gousse tendre et agréable au goût, à graine violet noir, de taille moyenne; 2° le Haricot de Soissons gros, à rames, plus tardif, à longue inflorescence d'une vingtaine de fleurs blanc jaunâtre, portant 3 à 5 fruits très parcheminés et de goût désagréable et à graines blanches très grosses.

» J'avais à la fois, dans un même terrain et à la même exposition, des greffes ordinaires, sans pousses sur le sujet, des greffes mixtes et des témoins appartenant aux deux variétés greffées.

» Voici les résultats comparatifs de ces expériences :

([1]) Cf. L. Daniel, *Sur la greffe des plantes en voie de germination* (*Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Pau, 1892).

Haricot de Soissons gros non greffé.	Greffe mixte du Haricot noir sur le Haricot de Soissons.	Greffe ordinaire du Haricot noir sur le Haricot de Soissons.	Haricot noir de Belgique non greffé.
Taille, 4m,50.	Taille, 0m,40.	Taille, 0m,25.	Taille, 0m,40.
Feuilles très nombreuses et très larges.	Feuilles comme celles du témoin.	Feuilles moins nombreuses, moins vertes et moins vigoureuses.	Feuilles nombreuses et vigoureuses.
Fleurs blanc jaunâtre.	Fleurs, les unes violettes, les autres panachées de blanc et de violet.	Fleurs toutes violettes.	Fleurs toutes violettes.
Inflorescences longues, ayant une vingtaine de fleurs produisant 3 à 5 fruits.	Une inflorescence longue, ayant 9 fleurs panachées; les autres courtes, semblables à celles du témoin. L'inflorescence longue a donné 3 fruits.	Inflorescences courtes, à 2 ou 3 fleurs donnant 1 à 2 fruits.	Inflorescences courtes : 3 à 5 fleurs produisant 2 à 3 fruits.
Fruit parcheminé à goût particulier fort désagréable.	Fruit à moitié parcheminé, goût prononcé de la gousse du Haricot de Soissons.	Fruit un peu parcheminé à goût rappelant un peu le Haricot de Soissons.	Fruit à gousse tendre, sans parchemin, à goût très agréable.
Graine blanche.	Graine violet noir.	Graine violet noir.	Graine violet noir.

» On peut de ces faits tirer diverses conclusions dont voici les plus importantes :

» 1° La greffe mixte doit être employée quand l'on veut réussir plus facilement des greffes entre plantes présentant des différences physiologiques marquées (greffe des arbres à feuilles caduques sur arbres à feuilles persistantes).

» 2° L'influence directe du sujet sur le greffon ne se produit pas de la même façon dans la greffe mixte et dans la greffe ordinaire.

» Les phénomènes que l'on peut attribuer aux variations de milieu (taille et vigueur relative du greffon, résistance aux parasites) sont moins accentués dans la greffe mixte. Mais, au contraire, certains caractères particuliers de la variété sujet (goût, forme des fruits, couleur de la fleur, etc.) se mélangent beaucoup plus facilement à ceux du greffon dans ce genre de greffe que dans la greffe ordinaire.

» 3° Les semeurs, qui voudront créer par la greffe des variétés nouvelles [1] ayant une qualité déterminée, c'est-à-dire faire acquérir au greffon ou à sa postérité certains caractères d'un sujet donné, devront se servir de préférence de la greffe mixte au lieu de la greffe ordinaire.

» 4° Les greffeurs, qui voudront au contraire maintenir aussi intacte

---

[1] L. Daniel, *Création de variétés nouvelles par la greffe* (*Comptes rendus*, 30 avril 1894).

que possible la variété du greffon, devront employer la greffe ordinaire et laisser au sujet le moins possible de parties vertes, c'est-à-dire greffer près de la racine ([1]). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'évolution du black rot.* Note de M. A. **Prunet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai décrit précédemment la marche générale des invasions de black rot et les caractères propres de ces invasions.

» Je me propose d'examiner aujourd'hui l'évolution de la maladie considérée dans ses effets sur les divers organes de la Vigne.

» *Feuilles.* — Au moment d'une invasion, le black rot n'apparaît pas indifféremment sur les diverses feuilles d'une même souche; il ne se montre que sur des feuilles qui se trouvent à un état spécial de développement. D'une manière générale, quelle que soit l'époque de l'invasion, les lésions caractéristiques de la maladie sont limitées aux feuilles les plus jeunes parmi celles qui ont atteint leurs dimensions définitives.

» Les feuilles qui participent à une invasion ne sont plus frappées par les invasions suivantes. Elles ont même perdu toute réceptivité nouvelle pour le black rot, alors que des lésions se forment encore en grand nombre à leur surface. Si, au moment d'une invasion, on pulvérise, sur l'ensemble des feuilles d'un sarment, de l'eau renfermant en suspension un grand nombre de spores du parasite, on constate que les feuilles qui participent à l'invasion actuelle ne sont pas frappées par l'invasion consécutive à la pulvérisation; il en est de même des feuilles plus anciennes qui peuvent se trouver au-dessous d'elles. Les seules feuilles qui soient contaminées par la pulvérisation sont des feuilles de la partie supérieure du rameau qui n'avaient pas encore les dimensions des feuilles adultes au moment de l'opération. Ces feuilles ne présenteront d'ailleurs des taches de black rot que lorsqu'elles se seront suffisamment accrues pour présenter ou à peu près la taille des feuilles adultes.

» Au moment d'une invasion, on peut donc distinguer dans un sarment de vigne trois régions ou zones superposées : 1° une *zone critique* occupant une position intermédiaire, et qui est la seule dont les feuilles manifestent les caractères de l'invasion; cette zone comprend les feuilles

---

([1]) Ce travail a été fait sous la bienveillante direction de M. Gaston Bonnier.

les plus jeunes parmi celles qui ont atteint ou à peu près leur taille définitive; 2° au-dessous de la zone critique, une *zone réfractaire*, ne participant ni à l'invasion actuelle ni aux suivantes et qui est formée des feuilles les plus anciennes; 3° au-dessus de la zone critique, une *zone contaminable* qui ne présente aucune tache de black rot, mais qui pourra en présenter à l'invasion suivante; elle comprend les feuilles les plus jeunes, celles qui sont plus petites que les feuilles adultes.

» Toutes les feuilles d'un sarment traversent successivement ces trois régions. Après une période de contamination possible et une période critique, elles deviennent finalement réfractaires.

» La zone contaminable occupant toujours le haut du sarment, la zone critique se déplace de bas en haut à mesure que le sarment s'allonge. La zone réfractaire s'accroît progressivement de bas en haut de toutes les zones critiques qui se sont succédé d'invasion en invasion. Lorsqu'un sarment a terminé sa croissance et que toutes ses feuilles sont adultes, il est en entier réfractaire. Chacune des zones critiques qui se sont fusionnées dans la zone réfractaire y est représentée par une série de feuilles blackrotées correspondant à une invasion spéciale. Il en résulte que les diverses invasions qui se sont produites au cours d'une saison sont représentées, le long d'un sarment donné, par autant de séries de feuilles tachées qui s'étagent régulièrement les unes au-dessus des autres. On peut distinguer aisément cette alternance d'aspects grâce à cette circonstance que chacune des séries commence, en général, par des feuilles à taches petites et nombreuses et finit par des feuilles portant un petit nombre de grandes taches. Il arrive même souvent qu'entre deux séries successives s'intercale un nombre variable de feuilles non tachées. La distinction des séries se trouve alors facilitée.

» Sur un sarment donné, le nombre des feuilles tachées composant une série peut varier d'une série à une autre. Pour une invasion donnée, il peut varier entre sarments appartenant à la même souche ou à des souches différentes, au même cépage ou à des cépages différents. Il dépend de la croissance plus ou moins rapide des sarments et des feuilles dans l'intervalle de deux invasions, et, dans une certaine mesure, de l'intensité de la maladie. Le nombre des feuilles non tachées qui peuvent être intercalées entre les séries subit les mêmes variations sous l'influence des mêmes causes; il tend à se réduire et fréquemment devient nul à la fin de la saison, alors que la croissance des sarments est beaucoup affaiblie.

» L'évolution du black rot, telle que je viens de la décrire, s'applique non

seulement aux feuilles de sarments principaux, mais encore à celles des repousses axillaires ou nées directement de la souche.

» *Pétioles des feuilles, vrilles, sarments.* — La zone critique de ces organes ne coïncide généralement pas avec celle des feuilles : elle descend quelquefois plus bas et s'élève généralement plus haut.

» *Rafles.* — La période critique des rafles, comme celle des sarments, vrilles, pétioles, correspond dans la règle à un état moyen de développement.

» *Grains de raisin.* — La période de contamination et la période critique des grains de raisin sont beaucoup plus étendues que celles des autres organes de la Vigne ; les grains de raisin peuvent présenter des lésions de black rot à tout âge. J'ai vu des lésions se former sur des grains deux ou trois fois plus gros que des ovaires et d'autres sur des grains complètement mûrs. Toutefois, ce ne sont là que des faits assez rares : pratiquement, la période critique s'étend de l'époque où le grain de raisin a la grosseur d'un pois, jusqu'à l'époque de la véraison.

» En résumé, à l'exception des grains de raisin sur lesquels des lésions de black rot peuvent apparaître à tous les âges, les organes verts de la Vigne présentent une période critique qui correspond à un état spécial de développement et à laquelle est limitée la formation des lésions. Lorsqu'une invasion survient, elle porte sur l'ensemble des organes qui, à ce moment-là, se trouvent à la période critique.

» Dès que les feuilles sont parvenues à la période critique elles perdent toute réceptivité pour le black rot.

» La période critique est précédée d'une période de contamination possible, la seule pendant laquelle divers organes, et spécialement les feuilles, sont doués de réceptivité pour la maladie et peuvent être envahis par le parasite. C'est pendant cette période qu'ils doivent être protégés par les traitements.

» La préservation des feuilles est particulièrement importante puisque d'elle dépend presque entièrement celle des fruits.

» Ainsi que je l'ai, le premier, constaté et démontré [1], les feuilles susceptibles d'être contaminées, qu'il s'agisse de sarments ordinaires ou de repousses, sont les jeunes feuilles, celles qui n'ont pas atteint ou à peu

---

[1] Les faits absolument nouveaux signalés dans cette Note ont été exposés par moi devant la Commission supérieure du black rot, le 10 août 1897.

près leurs dimensions définitives. Ce sont donc ces feuilles qui doivent être particulièrement recouvertes de substances protectrices.

» C'est parce que ce fait était ignoré que beaucoup de viticulteurs, négligeant de sulfater les extrémités des sarments, ont perdu, chaque année, une portion plus ou moins considérable de leur récolte. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge sénonien des grès à* Sabalites andegavensis *de l'ouest de la France*. Note de M. **Jules Welsch.**

« La formation crétacée des environs de Saumur (Maine-et-Loire) comprend les étages cénomanien, turonien et sénonien; elle supporte souvent des calcaires lacustres éocènes.

» Le Cénomanien affleure à l'est de Saumur grâce à un pli-faille.

» Le Turonien inférieur comprend des couches à Inocérames, puis le *Tuffeau* de l'Anjou avec Ammonites diverses qui ont été décrites par Courtiller. La pierre de taille exploitée est recouverte par un tuffeau très sableux à noyaux siliceux passant à un tuf léger poussiéreux à *Ostrea eburnea* Coq., *Cidaris hirudo* Sor., *Epiaster meridanensis* Cott.

» Je range dans le Turonien supérieur les deux assises suivantes :

» 1° Sables fins glauconieux, siliceux pour la majeure partie, avec éléments calcaires et argileux et souvent des nodules siliceux, avec *Cidaris ligeriensis* Cott., *Cidaris sceptrifera* Mant., *Catopygus obtusus* Desor, *Ostrea eburnea* Coq. dont les exemplaires deviennent plus rares; on trouve surtout de nombreux individus d'une petite huître allongée, voisine d'*Ostrea Rouvillei* Coq.

» 2° Craie jaune légèrement glauconieuse avec nombreux grains de sable quartzeux et des plaquettes de silex *jaune brun;* cette craie renferme une quantité considérable de Bryozoaires, qui lui donnent souvent l'aspect d'un falun. On y trouve encore *Periaster Verneuili*, *Ostrea eburnea* plus rare, *Ostrea columba* var. *gigas* Desh., de nombreux moules de Bivalves, etc. Les plaquettes siliceuses sont quelquefois pétries de Bryozoaires et d'*Ostrea* cf. *Rouvillei.*

» *Sénonien.* — Au-dessus vient une formation puissante de sables et grès siliceux, absolument dépourvue de calcaire. Les sables peuvent atteindre une épaisseur de 30^{m}; ils sont fins le plus souvent, blancs ou jaunâtres. En général, ils sont dépourvus de fossiles, ou, du moins, ceux qu'on rencontre sont très friables; ils sont silicifiés et présentent de nombreux orbi-

cules. Après de longues recherches effectuées pour le Service de la Carte géologique, j'ai pu distinguer vers la base un niveau constant avec lits de gros sable et *Ostrea plicifera* Duj., *Ostrea* voisine de *laciniata* Nils., *Ostrea* voisine de *Deshayesi* Fis.

» Dans la partie moyenne on voit des plaques de grès silicifié avec Bryozoaires très nombreux.

» Vers la partie supérieure, le sable est souvent excessivement fin, très blanc, avec *Rhynchonella* cf. *vespertilio* Broc., *Rhynch. Baugasii* d'Orb., *Ostrea vesicularis* Lk. formant des bancs; c'est le principal gisement des *Spongiaires* du Musée de Saumur décrits par Courtiller comme sénoniens; cette zone est quelquefois un peu argileuse.

» Immédiatement au-dessus, on trouve souvent un banc de *grès blanc à pavés*, d'épaisseur variable de $0^m,60$ à 2^m et 3^m; ce banc peut se développer vers la partie inférieure en englobant les sables à Spongiaires; à la partie supérieure, il est recouvert quelquefois de sable fin blanc ou de sables argileux, épais de quelques mètres, à Chenehutte-les-Tuffeaux.

» Les collines de la rive gauche de la Loire, de Saumur vers Angers, sont constituées par cette série de couches; et en général le banc de grès à pavés existe en haut des coteaux, ou bien il est éboulé sur les pentes par suite de l'affouillement des sables. A partir de Gennes, on voit ces grès se charger d'empreintes de plantes et l'on arrive à Blaison et Saint-Saturnin où les débris végétaux sont quelquefois très nombreux, avec *Sabalites andegavensis*. C'est le gisement de plantes fossiles, décrites dans plusieurs publications comme appartenant à l'Éocène, au niveau des sables de Beauchamps, ou même à l'Oligocène, plantes fossiles que l'on retrouve en de nombreux points de Maine-et-Loire, de la Sarthe, etc.

» J'ai vu dans la collection de M. Desmazières, ancien percepteur à Blaison, de nombreuses *Ostrea* trouvées dans les blocs à plantes: ce sont des formes du type *Pycnodonta* voisines d'*Ostrea eburnea* et *O. proboscidea*; elles ne sont pas roulées.

» J'ajouterai qu'à Saint-Saturnin l'étage turonien a disparu et l'étage sénonien (sable et grès à végétaux) repose par transgression sur le Cénomanien.

» Les grès à plantes ne reposent pas du tout, daus le Saumurois, sur l'*argile à silex*; mais quelquefois, sur les pentes, on voit le Turonien supérieur à silex qui est éboulé, et il a pu être confondu avec l'*argile à silex*.

» Dans cette région, le Sénonien affecte un *faciès* exceptionnel, qui est la suite du développement de l'élément siliceux dans la formation crétacée

à partir du Cénomanien supérieur; le tuffeau turonien pouvant être considéré comme un grès à éléments siliceux très fins, encore riche en calcaire.

» Les résultats de cette Note sont :

» 1° Les sables et grès à *Sabalites andegavensis* sont d'origine marine;

» 2° Ils appartiennent au Crétacé supérieur et non pas à l'époque tertiaire;

» 3° La transgression sénonienne est mise en évidence dans le sud-ouest du Bassin de Paris. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur les Ostioles.* Note de M. **J.-J. Andeer** [1].

« La constitution des ex- et endostioles se retrouve partout dans le poumon et dans l'intestin, jusque dans les plus petites parties de son tube mucosique, telles que les papilles et villosités intestinales. L'analogie se poursuit dans l'appareil ostiolique des différentes articulations, amphiarthroses, ménisques interarticulaires, etc., pour sécréter la synovie, qui humecte constamment les surfaces articulaires, les cavités, kystes, plis, fentes, etc., synoviales, pour en permettre le jeu et pour éviter le frottement, comme dans l'intestin, le poumon, le péritoine, etc., et augmenter le glissement mutuel des différentes surfaces. Dans le cas d'une obstruction ou d'un fonctionnement morbide de l'appareil ostiolique, l'inertie de ces parties rend le mouvement difficile ou même impossible et détermine l'ankylose. D'autre part, l'hypersécrétion de ces microappareils peut faire des ex- et transsudations aqueuses ou séreuses, purulentes ou même sanguinolentes ou mixtes, comme au thorax, péritoine, etc., sous forme d'hydro-, pyo- et hémarthrose. Et ces hypersécrétions, sous forme d'ex- et transsudation hydropique, purulente ou même sanguine, peuvent se montrer non seulement dans les kystes et gaines synoviales, comme nous l'avons vu précédemment, car les ostioles sont ubiquistes sur tout le fourreau ou système vaginal, ou même fascial du corps, et surtout dans les gaines des tendons des muscles. Comme représentant de la péritendinite séreuse ou hydropisie des tendons, on connaît le *ganglion-* ....

[1] Pour lire utilement cette Communication il sera bon de se reporter aux dessins schématiques insérés dans les *Comptes rendus,* n° 26 du 28 juin dernier.

L'abcès appelé vulgairement *panaris* est un exemple de tendinite suppurative; le kyste hémorragique qui dérive aussi de l'appareil ostiolique malade peut servir d'exemple d'épanchement sanguin de l'enveloppe des tendons. Ce qui se passe dans les gros muscles et leurs tendons peut se faire en miniature chez les plus petits, tels que les tendons des muscles accommodateurs, etc., de l'œil, de l'oreille moyenne et autres. Dans les gaines ostiolifères des vaisseaux il peut se produire, en cas de maladie, les mêmes hypersécrétions sous forme d'ex- et transsudation hydropique, purulente et hémorragique, ou bien l'inverse peut se montrer, c'est-à-dire qu'il peut y avoir soudure ou dessiccation avec adhérences, etc., surtout dans le cas de non résorption des masses exsudatives, etc.

» Non seulement les gaines des vaisseaux sont ostiolisées, mais ce qui est le plus intéressant, c'est le fait classique que les voies ostioliques de combinaison traversent sous forme d'ex- et d'endostioles les différentes lamelles de la paroi vasculaire pour donner, selon le besoin, par exemple à la colonne centrale du sang rouge l'enveloppe liquide lymphatique périphérique ou pariétale, qui maintient son cours normal. Si la microcirculation ostiolique à travers les parois vasculaires est déviée, soit par des motifs pathologiques, soit par une cause expérimentale, la fonction anormale se manifeste d'abord sous forme d'hypersécrétion ex- et transsudative, qui est suivie aussitôt par l'émigration de corpuscules lymphoïdes, de leucocytes en abondance, et enfin par la migration des érythrocytes sous forme d'épanchement au voisinage des vaisseaux où l'on voit les taches du sang extravasé. De cette façon les ex- et endostioles combinées ou microtubes ostioliques deviennent l'appareil par excellence de la *diapédèse* dont l'apparition restait jusqu'à présent sans interprétation, faute de connaître les voies préformées qui sont aujourd'hui précisées de la manière la plus simple et la plus naturelle. C'est par ces trous et microtubes ostioliques que les éléments morphotiques du sang blanc et rouge doivent passer pour entrer et sortir de la cavité vasculaire à travers les parois de l'appareil hémologique. Non seulement la *diapédèse*, autrefois si mal interprétée dans une fausse théorie de la fièvre, se fait par là, mais aussi beaucoup des ecchymoses et hémorragies dites *capillaires* ont lieu par ces voies ostioliques en réseau continu, et il en est peut-être de même de l'hémophilie ou plutôt de ses conséquences.

» La même description ostiologique conviendrait pour cet appareil dans les gaines grandes et petites de l'*épineurium*, des *perineurium* et *neurileum* qui accompagnent les nerfs cérébraux-spinaux, intervertébraux et sympa-

thiques périphériques, pour les faire mieux glisser, rétrécir ou étendre à l'état normal, selon le besoin de repos ou de locomotion. En même temps, après des hypersécrétions, les ex- et transsudations de ces gaines montrent leur hydropisie par leur gonflement caractéristique, leurs nodosités, et peuvent se changer en abcès, même en épanchement sanguin ou kyste hémorragique. Dans le cas de non résorption de ces matières, les ex- et transsudations peuvent faire des soudures, immobiliser les organes ou les paralyser, les anesthésier, les parésier ou occasionner des névralgies, des névrites noueuses, des péri- et polynévrites simples ou multiples sèches, ou des ex- et transsudations séreuses, pyogènes ou même hémorragiques. Et comme le *perimysium*, à l'instar des *perineurium* et *perivasculum* et de tout autre gaine, se continue comme tissu conjonctif interfibrillaire dans la substance musculaire elle-même, les hydropisies des ostioles hypersécrétoires se montrent sous forme d'infiltration œdémateuse, d'abcès, de kyste hémorragique, etc., comme dans les membranes analogues.

» Et cet appareil ostiolique combiné existe aussi sous l'intégument cutané dans la glande lactogène de la femme. Ici les ostioles remontent aussi jusqu'aux ramifications capillaires, jusqu'à l'élément primaire de l'acinus pour aider à la formation du lait qui est rare si la sécrétion ostiolique fait défaut ou qui peut amener des infiltrations, des œdèmes et même des abcès, bref, les différentes mastites si elle est arrêtée par des motifs divers ou par une hypersécrétion purulente ou sanguine.

» Chez les Mammifères mâles, dans le cas où il n'existe pas de Cryptorchisme, l'enveloppe séreuse, entraînée par le testicule et les appareils anatomiques, contient, comme le péritoine lui-même dont elle est une portion, le microappareil dont j'ai fait l'objet de mes études et que j'ai découvert primitivement dans le tissu péritonéal ; de sorte que les communications relatives aux ostioles ont débuté et s'achèvent par le péritoine lui-même, après avoir parcouru une grande partie de l'ensemble du corps.

» Si ces organes et leurs enveloppes séreuses sont le siège d'une sécrétion excessive de l'appareil ostiolique, ou bien s'il n'y a pas résorption des matières trans- et exsudatives simples ou multiples de ces enveloppes si compliquées, alors apparaissent les hydro-, pyo- et hématocèles qui sont les analogues des *hydro-*, *pyo-* et *hematovarium* et *parovarium* et des hydro-, pyo- et hématosalpingites chez la femme dans la cavité abdominale du péritoine. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1897.

Paul Schützenberger, par Armand Gautier, de l'Académie des Sciences. Tours, Deslis frères; in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Novembre 1897. Tome XII. Paris, Imprimerie Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-8°.

Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par G. Rouy et J. Foucaud. Tome IV, par G. Rouy. Paris, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Toxicologie africaine, par A.-T. de Rochebrune, Docteur en Médecine, Assistant au Muséum, etc. 4e fasc. Paris, O. Douin, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

Ministère des Finances, Direction générale des Douanes: Tarif des Douanes de France, Notes explicatives des Tableaux des droits. Paris, Imprimerie Nationale, 1897; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par L. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Tome XIV. Novembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Sur l'utilisation pratique des pigeons messagers dans l'antiquité, par Charles Sibillot. Année 1897; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Mélanges sur la Géométrie du triangle, par E. Lemoine. (Extrait du *Bulletin de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Bordeaux de* 1895.) Paris; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. J.-A. Le Bel. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 broch. in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. 4e série, tome XI, n° 8. Année 1897. Bruxelles, Hayez, 1897; 1 fasc. in-8°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède. Vol. 34. 2e série: vol. 20. 1892. Stockholm, 1897; 1 vol. gr. in-4°.

Die Triangulation von Java ausgeführt vom Personal des geographischen Dienstes in Niederländisch Ost-Indien. Bearbeitet von Dr J.-A.-C. Oudemans. Haag, Martinus Nijhoff, 1897; 1 vol. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 juin 1897.)

Note de M. *J.-A. Miller*, Sur l'énumération des groupes primitifs dont le degré est inférieur à 17 :

Page 1505, lignes 17 et 23, *au lieu de* J.-A. Miller et Kirleman, *lisez* G.-A. Miller et Kirkman.

Pages 1507 et 1508, lignes 33 et 2, *au lieu de*

$(aebfcg)(abc)$ cyc. (efg) cyc., $(albfcg)[(abc)$ all. (efg) all.$]$ pos., etc.

lisez

$(ae.bf.cg.dh)(abc)$ cyc. (efg) cyc., $(ae.bf.cg.dh)[(abc)$ all. (efg) all.$]$ pos.
$(afbe.cg.dh)[(abc)$ all. (efg) all.$]$ pos., $(ae.bf.cg.dh)(abc)$ all. (efg) all.
$(ae.bf.cg.dh)(abcd)$ pos. $(efgh)$ pos., $(ae.bf.cg.dh)[(abcd)$ all. $(efgh)$ all.$]$ pos.
$(afbe.cg.dh)[(abcd)$ all. $(efgh)$ all.$]$ pos., $(ae.bf.cg.dh)(abcd)$ all. $(efgh)$ all.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 NOVEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *De l'influence des composés avides d'eau sur la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène.* Note de M. **Berthelot**.

« On peut se demander si les composés avides d'eau exercent quelque influence sur la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène. En effet, dans le cas où cette combinaison serait, dès ses débuts, régie par les lois d'un certain équilibre, limité soit par la réaction inverse, soit même par la simple présence de l'eau déjà formée, il semble que la présence d'un composé susceptible de s'unir à mesure avec l'eau qui prend naissance doive accélérer la réaction et tendre à la rendre totale.

» J'ai exécuté des expériences pour éclaircir cette question. J'ai choisi les principaux composés avides d'eau et, par là même, déshydratants, étant arrêté seulement par cette condition que ces composés n'exercent d'action

chimique ni sur l'oxygène, ou l'hydrogène initiaux, et ne décomposent pas l'eau finale. J'ai d'ailleurs mis en œuvre des corps pris sous les trois états, solide, liquide et gazeux ;

» Les *gaz* formant un mélange homogène avec le système hydrogène et oxygène;

» Les *liquides* pouvant, d'une part, en dissoudre une partie et, d'autre part, y disséminer leur vapeur : ce qui donne lieu à des systèmes complexes, en partie homogènes, tels que la région de dissolution, où les deux gaz se trouvent d'ailleurs en proportions inégales; et la région gazeuse, où les deux gaz sont mélangés avec la vapeur : les deux régions étant séparées par une surface liquide;

» Enfin les *solides* donnant naissance à un système hétérogène où les actions s'exercent seulement sur la surface de séparation, c'est-à-dire dans des conditions analogues à celle de la surface même des vases, métalliques ou vitreux, qui contiennent le mélange gazeux.

» Au point de vue chimique, les corps que j'ai employés sont les uns de nature acide, tels que : l'acide chlorhydrique, le fluorure de bore, et l'acide sulfureux, gazeux; l'acide sulfurique liquide; l'anhydride phosphorique solide; les autres de nature alcaline, tels que la baryte anhydre, la chaux vive, l'hydrate de potasse.

» J'ai exposé dans une précédente Communication ([1]) les résultats observés avec les composés alcalins et j'ai montré que ces résultats sont complexes : la baryte ou la potasse par exemple, s'unissant d'abord avec l'oxygène vers 250° et 280°, pour former des peroxydes, que l'hydrogène décompose à mesure et plus lentement, en formant de l'eau, qui s'unit avec l'alcali; cette triple réaction amène au bout d'un certain nombre d'heures la disparition totale de l'hydrogène et de l'oxygène.

» J'ai montré en outre que les silicates alcalins, constitutifs des vases de verre et analogues, exercent une action du même ordre, en raison de leur attaque par la vapeur d'eau, dès que celle-ci commence à prendre naissance sous l'influence d'une température convenable.

» J'ai observé ces actions diverses des alcalis à 250° et 280°; tandis que je ne les ai constatées ni à la température ordinaire, ni à 100°, ni à 182°, même au bout d'un temps considérable.

» Je vais aujourd'hui résumer les résultats observés avec les composés acides.

([1]) *Comptes rendus*, août 1897, p. 271.

» I. *Gaz chlorhydrique.* — 1. 1 volume du mélange ($H^2 + O$) et 2,4 volumes de HCl. 100°, vingt-quatre heures, tube de verre scellé : action nulle.

» La tendance à former un hydrate, qui existe réellement à 100°, n'a donc pas déterminé la formation de l'eau.

» 2. Même système. Rapport des volumes 1 : 2,3; c'est-à-dire rapport du volume de $H^2 + O$ au volume total : 1 : 3,3 (condensation), tube scellé, trois heures trente minutes à 280°. Diminution de volume réduit de $H^2 + O$: 6 centièmes. Légère attaque du verre (1^{cc} HCl absorbé sur 58^{cc}).

» Cette diminution est sensiblement la même que celle qui a été observée dans une expérience exécutée avec le mélange tonnant seul; le rapport du volume de $H^2 + O$ au volume total étant : 1 : 4,0, trois heures trente minutes à 280°. La diminution du volume de $H^2 + O$ réduit ayant été, dans ces conditions : 5,4 centièmes.

» D'où il résulte qu'à cette température la présence du gaz chlorhydrique a exercé peu d'influence sur la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène.

» On sait d'ailleurs que l'hydrate chlorhydrique n'existe plus, sauf peut-être quelques traces dissociées, à cette température.

» II. *Fluorure de bore.* — 1. 1 volume de ($H^2 + O$) et 2,3 volumes de BF^3. Tube scellé; 100°; vingt-quatre heures : action nulle.

» 2. Rapport des volumes : 1 : 2,5, c'est-à-dire condensation de $H^2 + O$: 1 : 3,5. trois heures trente minutes à 280°. Diminution du volume réduit ($H^2 + O$) : 3 centièmes.

» Le verre est attaqué et a absorbé 8^{cc} de BF^3 sur 46^{cc}.

» 3. Rapports de volume : 1 : 2,6, c'est-à-dire condensation de $H^2 + O$: 1 : 3,6. Vingt-quatre heures à 280°. Diminution du volume réduit de ($H^2 + O$) : 4 centièmes.

» Le verre est attaqué fortement et a absorbé 10^{cc} de BF^3 sur 58^{cc}.

» Dans ces expériences, le fluorure de bore semble avoir exercé une influence ralentissante sur l'union de l'hydrogène et de l'oxygène; ce qui peut s'expliquer par la modification chimique de la surface du vase de verre qui renferme le mélange tonnant.

» On remarquera, en outre, combien l'action est lente : il faudrait des milliers d'heures et peut-être des années pour atteindre la limite, même à 280°; observation qui s'applique d'ailleurs également à la combinaison effectuée sans l'intervention d'aucun réactif dans les vases de verre, d'après les nombres donnés dans ma précédente Communication (7,1 centièmes en cinq heures, à 280°; 13,6 centièmes en cent seize heures).

» III. *Acide sulfureux,* SO^2 sec. — 1 vol. de ($H^2 + O$) et 2,3 vol. de SO^2.

100°. Vingt-quatre heures. Tube scellé. Action nulle. On remarquera que SO^2 sec ne réagit ni sur H^2 ni sur O dans ces conditions; j'avais déjà noté son absence de réaction sur l'oxygène sec à 100°, dans des expériences précédentes. On sait qu'il en est tout autrement de l'oxygène humide, lequel forme rapidement de l'acide sulfurique, même à la température ordinaire.

» 2. Rapport des volumes : 1 : 2,5. Vingt-quatre heures à 280°. L'hydrogène demeure sensiblement inaltéré, tandis que 15 centièmes de l'oxygène sont absorbés. Il se forme des sulfates alcalins, produits par les alcalis du verre et faciles à constater. La formation simultanée de l'eau a été plutôt entravée qu'accélérée dans cette circonstance.

» IV. *Acide sulfurique,* SO^4H^2. — Cet acide pur est réduit par l'hydrogène; très lentement il est vrai, à la température ordinaire. Mais la réaction est accélérée par une élévation de la température.

» A 280°, en cinq heures, tout l'hydrogène a disparu, ainsi qu'une petite fraction de l'oxygène; mais ce dernier peut avoir été pris par l'acide sulfureux. Je décrirai ailleurs ces expériences, où les phénomènes ne se rapportent pas directement à l'union de l'hydrogène avec l'oxygène.

» V. *Anhydride phosphorique,* P^2O^5. — Cet anhydride, même blanc, comme le fournit le commerce, est toujours mêlé de composés oxygénés inférieurs, tels que P^2O^3. Il est nécessaire de le sublimer au moment de l'expérience, au sein d'un courant d'oxygène, dans les gros tubes où l'on a disposé à l'avance des tubes scellés plus petits, contenant l'oxygène et l'hydrogène destinés à constituer ensuite, par leur fracture, le mélange tonnant.

» 1. A froid, trente-six jours. Action nulle sur $H^2 + O$.

» 2. A 100°, cinq heures trente minutes. Action nulle.

» 3. A 280°, trois heures. Poids de P^2O^5 : $0^{gr},70$ et $17^{cc},3$ du mélange $H^2 + O$. Rapport entre le volume de ce mélange et celui de l'espace vide (condensation) 1 : 3,2. Diminution de volume du gaz tonnant : 6 centièmes.

» 4. A 280°, vingt quatre heures. Poids de P^2O^5 : $0^{gr},70$ environ. Condensation 1 : 3. Diminution de volume du gaz tonnant : 11 centièmes.

» Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux qui ont été observés sur le mélange tonnant, en l'absence de l'acide phosphorique. Ce qui indique que l'absorption de la vapeur d'eau par P^2O^5 n'a pas exercé d'influence marquée sur la combinaison : pas plus que ne l'a fait la présence du gaz BF^3. Peut-être, d'ailleurs, les hydrates de P^2O^5 et de BF^3 sont-ils en partie dissociés dès 280°. Dans tous les cas, ils auraient dû activer la combinaison, si celle-ci était réglée par un équilibre limité par la pré-

sence de la vapeur d'eau; que la combinaison, d'ailleurs, soit susceptible de devenir totale ou non. Le résultat observé s'explique mieux, si la combinaison est illimitée, mais excessivement lente, à 280°, conclusions qui s'accorderaient également mieux avec mes expériences antérieures.

» Mais la formation de composés spéciaux, constatés soit avec l'oxygène (peroxydes alcalins) et réductibles par l'hydrogène; soit avec l'hydrogène (platine et certains métaux) et réductibles par l'oxygène, établit une chaîne régulière de réactions qui rend possible la combinaison apparente des deux gaz à des températures plus basses, ainsi que l'accélération de cette combinaison entre 250° et 300°, et le caractère complet qu'elle peut arriver à manifester dans ces différentes circonstances. »

PHYSIQUE. — *Sur une interprétation applicable au phénomène de Faraday et au phénomène de Zeeman.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« La belle découverte que le Dr Zeeman a publiée à la fin de l'année dernière, et que notre éminent confrère M. Cornu nous a récemment exposée en nous montrant les perfectionnements et la précision qu'il a apportés à ces expériences, a rappelé l'attention des physiciens sur le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique, découvert par Faraday. Les expériences de M. Cornu et de M. Broca ont confirmé la différence essentielle qui existe entre les deux phénomènes. L'effet découvert par le Dr Zeeman consiste en un changement dans la période d'une source lumineuse placée dans un champ magnétique, tandis que pareille modification n'a pu être observée dans le phénomène de Faraday.

» J'ai reconnu autrefois (1), ainsi que M. Righi et M. Cornu, que la polarisation rotatoire magnétique correspondait à une variation dans la vitesse de propagation de la lumière polarisée circulairement. En 1885 (2), j'avais eu l'occasion de chercher quelle serait la vitesse de rotation d'un mouvement tourbillonnaire de l'éther lumineux, auquel on pourrait attribuer les phénomènes observés, et le nombre que j'ai indiqué à cette époque concorde tellement avec celui qu'on peut déduire de l'expérience de Zeeman, que le rapprochement m'a paru digne d'intérêt.

---

(1) Righi, *Nuovo cimento*, 1878. — H. Becquerel, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 334; 1879. — Cornu, *Ibid.*, t. XCIX, p. 1045; 1884.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VI, p. 171-173; 1885.

» Examinons donc l'hypothèse qui attribuerait à l'éther, dans un champ magnétique égal à l'unité C.G.S., un mouvement tourbillonnaire de période θ, et cherchons les conséquences de cette hypothèse dans le cas du phénomène de Zeeman et de la polarisation rotatoire magnétique.

» 1° *Phénomène de Zeeman.* — Le Dr Zeeman a observé que si l'on dispose une flamme chargée de vapeur de sodium entre les pôles d'un électro-aimant, et qu'on examine le spectre de cette flamme, chacune des raies D_1 et D_2 se transforme en un triplet quand l'observation est faite perpendiculairement, et en un doublet lorsqu'on regarde la flamme parallèlement aux lignes de force du champ magnétique. Nous ne considérerons que ce dernier cas. Les deux composantes du doublet sont polarisées circulairement en sens contraires. L'expérience prouve encore que le mouvement circulaire dont la période est la plus courte, a le même sens que le courant d'un solénoïde équivalent au champ magnétique.

» Si, à l'exemple d'un grand nombre de physiciens, on assimile un champ magnétique à un espace animé de mouvements tourbillonnaires dont les axes seraient parallèles aux lignes de force, on peut examiner les conséquences de l'hypothèse qui consisterait à admettre que ce mouvement s'ajoute aux mouvements circulaires de l'un des deux faisceaux en lesquels on peut décomposer un faisceau de lumière naturelle, et qu'il se retranche des mouvements de l'autre.

» Soit θ la période du mouvement tourbillonnaire du champ, N le nombre de tours par seconde du mouvement circulaire lumineux en dehors du champ magnétique, le nombre de tours de ce mouvement deviendra $N' = N + \frac{1}{\theta}$ pour le mouvement circulaire lumineux de même sens que les tourbillons, et $N'' = N - \frac{1}{\theta}$ pour le mouvement inverse. Les longueurs d'onde λ' et λ'' des deux faisceaux circulaires seront différentes, et comme on a, en désignant par V_0 la vitesse de la lumière dans le vide,

$$N\lambda = V_0 \quad \text{et} \quad \frac{dN}{N} + \frac{d\lambda}{\lambda} = 0,$$

on en déduirait

$$(1) \qquad -\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{N' - N''}{N} = \frac{2\lambda}{V_0\theta}.$$

» La variation de longueur d'onde $\Delta\lambda$ devrait être proportionnelle au carré de la longueur d'onde.

» Le Dr Zeeman a trouvé, par expérience, $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{40000}$ pour la raie D_1

et un champ magnétique égal à 10^4(C.G.S.), on déduirait pour cette valeur du champ magnétique $\frac{1}{\theta_1} = 6,36.10^9$. Si l'on fait la nouvelle hypothèse que la rapidité du mouvement tourbillonnaire augmente proportionnellement à l'intensité du champ, on aurait, pour un champ magnétique égal à l'unité C.G.S.,

$$\frac{1}{\theta} = 6,36 \times 10^5 \quad \text{tours par seconde.}$$

» Il est très remarquable de voir que le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique va nous conduire à la même valeur numérique.

» 2° *Phénomène de Faraday*. — On peut appliquer, à la polarisation rotatoire magnétique, la théorie que Fresnel a donnée pour la polarisation rotatoire naturelle, et considérer la rotation du plan de polarisation comme due aux retards différents que subissent, au travers d'une substance placée dans un champ magnétique, les deux rayons circulaires inverses dont la superposition est équivalente à une onde polarisée rectilignement.

» Soit ω la rotation du plan de polarisation, e l'épaisseur du corps traversé, V′ et V″ les vitesses de propagation des deux rayons circulaires, et T leur période commune; on sait que l'on a la relation

$$(2) \qquad \frac{\omega}{\pi e} = \frac{1}{T}\left(\frac{1}{V'} - \frac{1}{V''}\right) = \frac{n' - n''}{\lambda}.$$

» La rotation a lieu dans le sens du mouvement du rayon circulaire qui se propage le plus vite.

» Pour rendre compte de la différence des vitesses de propagation des deux rayons circulaires, différence que l'expérience met en évidence, j'avais, dans le travail cité plus haut, proposé une hypothèse qui paraît conforme aux faits observés. Je supposais que, dans un milieu animé d'un mouvement tourbillonnaire, un rayon lumineux circulaire, se propageant suivant la direction commune des axes des tourbillons, se comporterait comme si le milieu était immobile et si le rayon circulaire avait une vitesse de rotation égale, soit à la différence des deux mouvements de rotation, s'ils sont de même sens, soit à leur somme, si le rayon et les tourbillons ont des sens contraires. La période du rayon lumineux devrait rester la même en valeur absolue, mais ce serait sa période apparente, due à sa vitesse de rotation relative par rapport au milieu, qui réglerait dans celui-ci sa vitesse de propagation d'après la loi de la dispersion propre à ce milieu.

» D'après cette hypothèse, une vibration circulaire tournant dans le

même sens que le milieu se comportera comme si sa longueur d'onde était augmentée; elle se propagera donc plus vite, et le plan de polarisation d'un faisceau polarisé tournera dans le sens du mouvement tourbillonnaire du champ magnétique. Pour fixer les idées, considérons un champ animé d'un mouvement tourbillonnaire droit : un rayon circulaire droit se propageant suivant l'axe du champ se propagera plus vite que dans le même milieu immobile. La rotation magnétique se ferait à droite. Ce cas correspond à un champ magnétique produit par des courants circulaires droits, et dans ce champ le phénomène de Zeeman révélerait une accélération de la période, des vibrations circulaires droites. L'hypothèse sur le sens des tourbillons est donc d'accord avec ce que donne l'expérience sur le sens des deux phénomènes qui nous occupent.

» L'accord numérique n'est pas moins satisfaisant. Soient θ la période du mouvement tourbillonnaire du champ, N le nombre de vibrations par seconde commun à deux rayons polarisés circulairement en sens inverses. D'après notre hypothèse, ces deux rayons se comporteront comme si leur nombre de vibrations était $N' = N - \frac{1}{\theta}$ et $N'' = N + \frac{1}{\theta}$; à ces nombres N' et N'' correspondent des longueurs d'onde λ' et λ'' et des indices n' et n''. La formule de dispersion du milieu considéré donne

$$n' = n + (\lambda' - \lambda)\left(\frac{dn}{d\lambda}\right), \qquad n'' = n + (\lambda'' - \lambda)\left(\frac{dn}{d\lambda}\right).$$

» On a, du reste,

$$\frac{\lambda' - \lambda''}{\lambda} = \frac{N'' - N'}{N} = \frac{2\lambda}{V_0\theta} \quad \text{et} \quad \frac{n' - n''}{\lambda} = \frac{\lambda' - \lambda''}{\lambda}\left(\frac{dn}{d\lambda}\right) = \frac{2}{V_0\theta}\lambda\left(\frac{dn}{d\lambda}\right).$$

» Substituant cette valeur dans la formule (2), il vient

$$(3) \qquad \frac{\omega}{2\pi e} = \frac{1}{V_0\theta}\lambda\left(\frac{dn}{d\lambda}\right).$$

» Pour nous rapprocher des conditions de l'expérience de Zeeman, calculons $\frac{\omega}{2\pi e}$ pour l'air. J'ai trouvé autrefois, pour la rotation magnétique $\frac{\omega}{e}$ du sulfure de carbone dans un champ magnétique égal à l'unité C.G.S., le nombre 0',0434 relatif à la raie D, et, d'autre part, j'avais obtenu, pour le pouvoir rotatoire magnétique de l'air, rapporté au sulfure de carbone et à la raie D, le nombre 0,000159. Prenant $V_0 = 3.10^{10}$, on a $\frac{\omega}{2\pi e}V_0 = 9,586$. Les expériences de M. Mascart sur la dispersion des gaz conduisent, pour l'air, à la valeur $\lambda\frac{dn}{d\lambda} = 1,443.10^{-5}$ pour la raie D.

» On déduit alors de la formule (3), en y transportant ces valeurs,

$$\frac{1}{\theta} = 6{,}64.10^5,$$

nombre très voisin de celui auquel conduit le phénomène de Zeeman.

» La valeur de $\frac{1}{\theta}$ déduite de la formule (3) correspond à la vitesse de rotation qui caractérise le champ magnétique à l'intérieur même des corps transparents, et le champ n'y est pas toujours le même que quand le même espace est occupé par de l'air. Le Tableau suivant donne les valeurs de $\frac{1}{\theta}$ pour divers corps, dont j'avais étudié les rotations magnétiques, et pour lesquels j'ai pu recueillir les données suffisantes au calcul de $\lambda \frac{dn}{d\lambda}$.

Substances.	Rotations magnétiques.	$\lambda_D \left(\frac{dn}{d\lambda}\right)_D$		$\frac{1}{\theta}.10^{-5}$.
Oxygène	0,000 146	1,47	10^{-5}	5,98
Air	0,000 159	1,44	10^{-5}	6,64
Azote	0,000 161	1,68	10^{-5}	5,74
Acide carbonique	0,000 302	2,00	10^{-5}	9,07
Protoxyde d'azote	0,000 393	4,85	10^{-5}	4,88
Eau	0,308	1,99	10^{-2}	9,33
Benzine	0,636	4,88	10^{-2}	7,85
Trichlorure de phosphore	0,651	4,71	10^{-2}	8.30
Sulfure de carbone	1,000	9,71	10^{-2}	6,20
Phosphore liquide	3,120	2,52	10^{-1}	7,41
Bichlorure de titane	—0,358	9,96	10^{-2}	—2,16

» Dans les mesures de M. Mascart relatives à la dispersion des gaz, le nombre relatif à l'air n'est pas intermédiaire entre celui de l'oxygène et celui de l'azote. Cette anomalie, qui se retrouve dans le Tableau ci-dessus, puisque l'on a fait usage de ces nombres pour calculer $\lambda \frac{dn}{d\lambda}$, montre le degré d'approximation avec lequel peuvent être calculées ces valeurs.

» Il importe de remarquer que les valeurs de $\frac{1}{\theta}$ ainsi calculées ne sont comparables que si les rotations magnétiques considérées sont dues à la propagation de la lumière au travers d'un corps bien défini, ou d'un système de corps dont toutes les parties agissent de la même manière. Il peut en être tout autrement pour des dissolutions au travers desquelles la rotation magnétique est la somme ou la différence entre les effets produits par le dissolvant et par le corps dissous. Ainsi j'ai montré qu'une dissolution

de perchlorure de fer dans l'eau, de densité 1,155 environ, avait un pouvoir rotatoire positif pour les rayons rouges, nul pour les rayons jaunes, et négatif pour les rayons verts; si l'on appliquait à cette dissolution le calcul précédent on trouverait que, suivant les rayons lumineux étudiés, le mouvement tourbillonnaire intérieur devrait être tantôt droit, tantôt gauche, ce qui n'a évidemment aucun sens.

» L'indépendance entre les effets des divers éléments chimiques traversés peut se manifester même dans les combinaisons; le bichlorure de titane, qui est diamagnétique, doit ses propriétés optiques négatives au magnétisme du titane; les sels de nickel au contraire sont positifs, bien que le nickel soit un métal magnétique. On pourrait citer encore bien d'autres anomalies de cet ordre.

» Ces considérations conduisent à vérifier que, dans les cas où l'hypothèse développée plus haut est applicable, on est conduit à la même valeur de $\frac{1}{\theta}$ pour un même corps quelle que soit la longueur d'onde de la lumière qui ait servi aux observations optiques. En d'autres termes, la formule (3) doit représenter également la dispersion rotatoire magnétique, et pour un même corps les rotations magnétiques des plans de polarisation des rayons de diverses longueurs d'onde devraient être proportionnelles aux valeurs de l'expression $\lambda \frac{dn}{d\lambda}$. Je n'ai pas encore pu faire cette vérification pour un très grand nombre de corps, car il est nécessaire de déterminer la dispersion des substances mêmes dont on étudie le pouvoir rotatoire. On trouve, dans un Mémoire de M. Joubin [1], des nombres qui se prêtent à cette vérification. Ils sont relatifs au sulfure de carbone et à la créosote, deux liquides pris pour types par Verdet; en mettant en regard les valeurs relatives de la rotation magnétique et du terme $\lambda \frac{dn}{d\lambda}$ on reconnaît que ces deux grandeurs sont à très peu près proportionnelles.

Raies du spectre.	Sulfure de carbone.		Créosote.	
	ω.	$\lambda \frac{dn}{d\lambda}$.	ω.	$\lambda \frac{dn}{d\lambda}$.
C.......	0,76	0,75	0,75	0,76
D.......	1,00	1,00	1,00	1,00
E.......	1,30	1,35	1,31	1,32
F.......	1,62	1,69	1,62	1,64
G.......	2,23	2,41	2,26	2,28

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVI, p. 109-113; 1889.

» Il résulte de cette comparaison que la formule (3) équivaut aux formules de dispersion proposées par divers savants pour représenter la dispersion rotatoire magnétique, dans le cas des rotations positives. Elle ne s'applique pas aux rotations négatives du bichlorure de titane. Du reste, j'ai déjà appelé l'attention sur la différence profonde des lois qui régissent les rotations positives et les rotations négatives.

» L'hypothèse d'un mouvement tourbillonnaire de l'éther dans un champ magnétique ne paraît donc pas contraire à l'expérience et permet de relier numériquement entre eux des phénomènes qui sont tous deux des manifestations de l'action d'un champ magnétique sur l'éther lumineux. Le phénomène de Faraday se prête à des vérifications multiples, mais de nouvelles déterminations sont nécessaires pour vérifier si, dans le phénomène de Zeeman, la variation de longueur d'onde est, comme l'indique notre hypothèse, proportionnelle au carré de la longueur d'onde et à l'intensité du champ magnétique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Étude des huîtres de Cette, au point de vue des microbes pathogènes.* Note de MM. **Ad. Sabatier**, **A. Ducamp** et **J.-M. Petit**.

« L'ingestion alimentaire des huîtres a paru, dans quelques cas, pouvoir être rangée parmi les causes de la fièvre typhoïde : le mollusque serait alors le vecteur de l'agent pathogène de la maladie ; la pénétration de cet agent pathogène dans l'intérieur du mollusque serait rendue d'autant plus facile que l'élevage des huîtres se fait d'ordinaire dans des eaux riches en débris organiques.

» Nous avons étudié cette question, pour les parcs d'élevage de Cette : les conditions de cette étude nous ont été singulièrement facilitées par les ressources que nous offraient les laboratoires de la station zoologique de Cette, annexe de l'Université de Montpellier.

» Les parcs d'élevage où nous avons puisé les éléments de ces recherches sont établis dans le canal qui fait communiquer le port de Cette avec l'étang de Thau, qui est une véritable mer intérieure de 6000^{ha} de superficie et de 12^{m} de profondeur en moyenne. Le port reçoit les eaux provenant des égouts de la ville ; mais l'eau du port, contaminée sans doute, n'est nullement stagnante, car, suivant la prédominance et la direction des vents, les eaux sont fortement et constamment entraînées de l'étang vers la mer ou de la mer vers l'étang.

» Pour toutes nos recherches, nous avons fait des cultures en effectuant des prises dans la cavité palléale, dans l'épaisseur des tissus et dans l'intestin des huîtres.

» Dans une première série d'investigations, nous avons étudié bactériologiquement les huîtres des parcs d'élevage, et caractérisé les espèces microbiennes que l'on rencontre dans leur intérieur : nous y avons fréquemment trouvé les espèces rencontrées communément dans les eaux, telles que le *Micrococcus fervidosus*, le *Micrococcus flavus liquefaciens*, le *Micrococcus radiatus*, le *Bacillus fluorescens liquefaciens*, le *Bacillus mesentericus vulgatus*, le *Streptothrix Fœrsteri*. Mais, dans aucune de nos recherches, nous n'avons trouvé ni le coli-bacille, ni le bacille typhique.

» Les recherches comparatives, faites avec les huîtres séjournant depuis six mois dans le parc d'élevage et avec les huîtres arrivant directement de Marennes et n'ayant pas encore été mises en contact avec l'eau du parc d'élevage, nous ont montré dans les unes et dans les autres les mêmes espèces microbiennes. Il n'y avait qu'une différence de nombre : les huîtres retirées de l'eau du parc d'élevage au moment des examens étaient plus riches en microbes que les huîtres de Marennes, examinées au moment de leur arrivée au parc d'élevage et ayant en quelque sorte voyagé à sec pendant un temps assez long. Ces premières recherches ne nous ont donc montré la présence ni du coli-bacille, ni du bacille typhique.

» On pourrait très légitimement objecter que, si les huîtres n'ont contenu ni le coli-bacille, ni le bacille typhique, c'est que le hasard n'a pas apporté l'un ou l'autre de ces germes dans leur voisinage.

» Pour rendre la contamination plus facile, nous avons placé dans le canal, à l'embouchure même d'un égout provenant de rues très populeuses, des huîtres vivantes, contenues dans une cage en fil de fer et nous les avons ainsi fait séjourner, de vingt-cinq jours à un mois, dans ce milieu riche en microbes. L'examen bactériologique de ces huîtres a montré qu'elles renfermaient un grand nombre de microbes, mais qu'une espèce y était nettement prédominante, quelquefois à l'état de culture pure : c'était le *bacillus fluorescens liquefaciens*. A côté de cette espèce microbienne, rencontrée d'une façon presque constante, nous avons quelquefois noté la présence du *bacillus luteus* et du *micrococcus fervidosus*. Ces huîtres, ainsi placées pendant un mois à l'embouchure d'un égout, n'ont, par contre, jamais montré dans les cultures la présence, dans leur intérieur, ni du coli-bacille, ni du bacille typhique.

» Enfin, nous avons institué une troisième série d'expériences, dans le

but de nous rendre compte du sort que subissent le coli-bacille et le bacille typhique, lorsqu'ils ont été expérimentalement introduits à l'état de cultures pures dans les huîtres et que ces dernières restent placées dans des conditions identiques à celles des parcs à huîtres. Cette manière de procéder nous a paru conforme à ce qui doit se passer dans la nature, l'huître infectée par le coli-bacille ou par le bacille typhique ne devant être consommée que plus ou moins longtemps après la pénétration de ces agents infectieux.

» A diverses reprises, en nous servant tantôt de cultures sur milieux solides, tantôt de cultures en bouillons, nous avons fait pénétrer dans l'intérieur de la cavité palléale d'un très grand nombre d'huîtres vivantes, soit des cultures pures de coli-bacille, soit des cultures pures de bacille typhique. Les huîtres ainsi inoculées ont été ensuite abandonnées dans l'eau salée et dans des conditions analogues à celles des parcs d'élevage. Des examens réitérés ont été pratiqués, du quatrième au douzième jour après l'inoculation. Pour mettre plus facilement en évidence le coli-bacille et le bacille typhique, dans les diverses huîtres où ils avaient été séparément déposés, nous avons eu recours à la différenciation par cultures en milieux phéniqués et à l'élévation de la température de l'étuve; ici encore, dans nos nombreuses recherches, nous n'avons jamais rencontré ni le coli-bacille, ni le bacille typhique. (Ce résultat est conforme aux recherches de MM. R. Boyce et W. Herdmann, de Liverpool.)

» De nos recherches, il nous paraît légitime de tirer les conclusions suivantes :

» Dans les conditions où nous nous sommes placés, c'est-à-dire dans le parc d'élevage de Cette, les huîtres, au moment de nos divers examens, n'ont jamais renfermé que des microbes d'espèces banales, telles qu'on les rencontre dans beaucoup d'eaux d'alimentation, acceptées comme potables; le bacille typhique et surtout le coli-bacille n'ont jamais été rencontrés dans nos ensemencements.

» Les huîtres arrivant directement de Marennes contiennent les mêmes espèces banales, signalées dans les huîtres de Cette et existant communément dans les eaux.

Les huîtres placées au voisinage de l'embouchure des égouts et y ayant séjourné jusqu'à un mois nous ont montré, d'une façon constante, la présence abondante, dans leur intérieur, des microbes des souillures

d'origine organique, comme le *bacillus fluorescens liquefaciens;* mais, là encore, ni le coli-bacille, ni le bacille typhique n'ont jamais apparu dans nos cultures.

» Enfin, en déposant directement, dans des huîtres vivantes, des cultures liquides ou solides soit de bacille typhique, soit de coli-bacille, et en abandonnant ensuite ces huîtres dans des conditions analogues à celles de l'élevage, nous n'avons pu, en commençant nos examens au quatrième jour de cette infection expérimentale, rencontrer ni le bacille typhique, ni le coli-bacille dans l'intérieur des huîtres, malgré l'emploi des méthodes d'élection pour la culture de ces espèces microbiennes. Ces microbes disparaissent donc, soit que l'eau salée du canal de Cette leur constitue un milieu peu favorable, soit que les huîtres exercent à leur égard leurs moyens de défense vitale.

» Nos recherches établissent donc que le coli-bacille et le bacille typhique ne se trouvent habituellement pas dans les huîtres du parc d'élevage de Cette, même lorsque ces coquillages ont été placés dans les points où l'un au moins de ces microbes doit être présent, et même lorsque ces microbes ont été introduits expérimentalement et que l'examen est fait quelques jours après cette infection expérimentale.

» Il en résulte que l'ingestion alimentaire des huîtres de Cette, considérée par quelques auteurs comme l'une des conditions étiologiques démontrées de la fièvre typhoïde, ne nous paraît pas mériter de prendre place définitivement en médecine.

» Nous ajouterons que cette absence du coli-bacille dans les huîtres de Cette paraîtra peut-être étonnante, étant donné que les eaux du canal de Cette reçoivent des liquides d'égouts qui contiennent certainement ce microbe, mais nous ne pouvons cependant nous refuser à reconnaître son absence dans ces mollusques, et nous croyons pouvoir en trouver l'explication dans ce fait que les eaux du canal, où sont situés les parcs à huîtres, sont constamment animées d'un mouvement rapide, dû au courant allant de la mer à l'étang ou de l'étang à la mer, à travers les canaux.

» Ces faits nous paraissent d'ailleurs tout à fait en harmonie avec les résultats statistiques recueillis par l'un de nous et montrant que, à Cette, le nombre des cas de fièvre typhoïde ne dépasse pas la moyenne des autres villes de même population, quoique la consommation des huîtres des parcs y soit très considérable, puisqu'elle atteint 2 millions d'huîtres par an. »

M. **E. Duclaux** fait hommage à l'Académie du premier Volume d'un « Traité de Microbiologie » qu'il vient de publier. Ce Volume est consacré à la Microbiologie générale et à ses applications à l'hygiène du sol, de l'air et des eaux.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Léonard** adresse une série de planches relatives à un « Navire aérien ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **F.-S. Giacinto** adresse, de Florence, un Mémoire sur la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Albert Gaudry** est adjoint à la Commission du grand prix des Sciences physiques.

CORRESPONDANCE.

Le **Comité des Agriculteurs de Seine-et-Marne et des Vétérinaires français** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à Pasteur, dans la ville de Melun.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire par la mort de M. *Scheering*. Géomètre éminent, auteur de beaux Mémoires sur la Physique mathématique, M. Scheering avait acquis des droits à la reconnaissance des Géomètres par la publication des Œuvres de Gauss.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Ernest Besnier* intitulée : « Sur la Lèpre : rôle éthiologique. — I. De l'hérédité. — II. De la transmissibilité. » (Présentée par M. Bouchard.)

M. le Dr **de Lorme** prie l'Académie de le comprendre parmi les can-

didats à la place de Correspondant, laissée vacante par la mort de M. *Tholozan*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **Mascart**, en déposant sur le Bureau de l'Académie, pour les Archives de l'Institut, des copies de Lettres de Maupertuis, s'exprime comme il suit :

« M. Hildebrandsson, directeur de l'observatoire météorologique d'Upsal, a trouvé, dans les papiers de Celsius, des copies anciennes de Lettres adressées à ce savant par Maupertuis, et a eu l'obligeance de m'en communiquer de nouvelles copies, que j'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie.

» Ces Lettres me paraissent présenter un véritable intérêt pour l'Histoire de la Science; on y trouve, en particulier, des détails curieux sur les polémiques assez vives qui ont eu lieu à propos des expéditions de Laponie et du Pérou pour la mesure de la Terre. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine (oct. 1897), faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318, *par MM.* **Rambaud** *et* **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1897.	Étoile de comparaison.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
Octobre 21	*a*	m s −3.29,28	′ ″ + 1.51,3	14:20	R
21	*a*	−3.50,76	+ 4.19,1	14:20	S
23	*b*	+5.43,45	+21. 0,4	15:20	R
23	*b*	+5.11,18	+23.28,6	15:20	S
28	*c*	−5.53,37	+ 2.12,0	9:20	R
28	*c*	−7. 5,31	+ 2.49,2	9:20	S

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Oct. 21..	*a*	h m s 3. 1.34,08	s +10,41	° ′ ″ +73.48.19,0	″ +16,1	½ { Romberg n° 725 + Bonn, t. I, n° 2[illegible] page 157.
23..	*b*	2.23.24,99	+11,01	+76.15.47,4	+21,2	XVIIe Volume de Dorpat.
28..	*c*	0. 6. 4,87	+12,24	+81.24.32,1	+34,5	B.D.Z + 81°, n° 2.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1897.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Oct. 21..	9.36.33,1	2.58.15,21	$0,114_n$	+73°.50'.26",4	$0,466_n$
21..	10.18.54,9	2.57.53,73	$0,032_n$	+73.52.54,2	$0,582_n$
23..	9.44.43,2	2.29.19,45	$0,105_n$	+76.37. 9,0	$0,621_n$
23..	10.28. 3,4	2.28.47,18	$\bar{1},978_n$	+76.39.37,2	$0,690_n$
28..	13.43. 3,6	0. 0.23, 7	0,454	+81.27.19	$0,374_n$
28..	14.23.35,3	23.59.11, 8	0,486	+81.27.56	$0,071_n$

» 21 *octobre*. — Le noyau de la comète est comparable à une étoile de 12e grandeur; la queue, dont l'angle de position est de 199°, a une étendue de 2' environ.

» 28 *octobre*. — Les observations sont très difficiles à cause de la faiblesse du noyau qui, depuis le 21, a beaucoup diminué d'éclat. L'angle de position de la queue est de 143°. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie générale des fonctions de variables réelles*. Note de M. **R. Baire**, présentée par M. Appell.

« I. Considérons une fonction d'une variable réelle x définie dans un certain intervalle et possédant la propriété suivante : pour chaque valeur x_0 de x et pour tout nombre positif ε, il existe un nombre α tel que la condition $x_0 - \alpha < x < x_0 + \alpha$ entraîne

$$f(x) < f(x_0) + \varepsilon.$$

» La fonction possède ainsi l'une des deux propriétés dont l'ensemble constitue la continuité. Si l'on convient d'appeler *maximum en* x_0 la limite du maximum de la fonction dans l'intervalle $x_0 - \alpha$, $x_0 + \alpha$ lorsque α tend vers 0, on dira que la fonction considérée est *toujours égale à son maximum*.

» Pour avoir un exemple d'une telle fonction, partons d'une fonction $f(x)$ absolument quelconque; la fonction $\varphi(x)$ qui, en chaque point x_0, a pour valeur le *maximum en* x_0 de $f(x)$, est toujours *égale à son maximum*. De même, la fonction $\psi(x)$ qui, en chaque point, est égale au *minimum* de $f(x)$ est toujours égale à son minimum. Enfin, la fonction

$$\omega(x) = \varphi(x) - \psi(x),$$

que l'on peut appeler l'*oscillation au point* x (limite de l'oscillation dans l'intervalle $x_0 - \alpha$, $x_0 + \alpha$), est toujours *égale à son maximum*.

» On peut reconnaître que, pour une fonction toujours *égale à son maximum* (ou à son minimum), il y a dans tout intervalle des points où elle est continue, ce qu'on exprime en disant que c'est une fonction *ponctuellement discontinue*.

» Je signale le théorème suivant, qui m'a été utile dans les recherches exposées plus loin :

» *Une fonction, qui est toujours égale à son maximum, et qui a toujours son minimum égal à zéro, atteint la valeur zéro pour une infinité de points dans tout intervalle.*

» II. Il est facile de former un exemple d'une fonction de deux variables x et y, déterminée pour tous les points du plan, toujours continue par rapport à chacune des deux variables, mais discontinue en un point par rapport à leur ensemble. On peut prendre, par exemple, la fonction qui est égale à o pour les points de Ox et de Oy, et à $\frac{xy}{x^2+y^2}$ pour les points situés en dehors de ces axes. En tout point distinct de l'origine, la fonction est continue au sens ordinaire; à l'origine, elle est encore continue par rapport à x et par rapport à y, mais elle éprouve une discontinuité si l'on déplace le point x, y suivant une direction oblique.

» En partant de cet exemple ou d'autres exemples analogues, il est possible de former une fonction qui sera toujours continue par rapport à chacune des variables, et telle cependant qu'il n'existe aucune aire où elle soit toujours continue par rapport à leur ensemble. Pour cela, rangeons tous les points du plan dont les deux coordonnées sont rationnelles en une suite simplement infinie $\alpha_1\beta_1, \alpha_2\beta_2, \ldots, \alpha_n\beta_n, \ldots$. Soit $u_{\alpha,\beta}$ une fonction telle que celle dont nous venons de parler, discontinue par rapport à l'ensemble x, y au point α, β et, de plus, inférieure en valeur absolue à un nombre fixe. Si Σa_n est une série absolument convergente, $\Sigma a_n u_{\alpha_n, \beta_n}$ sera une fonction possédant les propriétés indiquées.

» On est ainsi conduit à se poser les questions suivantes. En premier lieu, si l'on assujettit une fonction de deux variables à être continue par rapport à chacune d'elles, ces conditions entraînent-elles d'autres conséquences relativement à la manière d'être de la fonction? En particulier, la succession de valeurs, prise par la fonction sur une courbe du plan, par exemple sur la droite $x = y$, constitue une fonction d'une variable qui, nous venons de le voir, n'est pas nécessairement continue; est-elle assujettie à des conditions, et quelles sont ces conditions? En se plaçant au point de vue opposé, on se donnera *a priori* une succession de valeurs sur

$x = y$, et l'on cherchera s'il est possible de former une fonction de deux variables toujours continue par rapport à chacune d'elles et prenant sur $x = y$ les valeurs données.

» Je suis parvenu à résoudre en partie ces problèmes. En ce qui concerne le premier point de vue, j'ai obtenu les théorèmes suivants :

» Théorème A. — *Si une fonction de deux variables, déterminée dans une certaine région, est continue par rapport à chacune d'elles, il existe dans toute aire des points en chacun desquels la fonction est continue par rapport à l'ensemble des deux variables;* en d'autres termes, la fonction est *ponctuellement discontinue* par rapport à l'ensemble x, y.

» Théorème B. — *Dans les mêmes conditions, la succession des valeurs prise par la fonction sur $x = y$ forme une fonction d'une variable qui est ponctuellement discontinue.* Ce résultat s'étend d'ailleurs à toute courbe décomposable en arcs sur chacun desquels x et y sont fonctions uniformes l'un de l'autre.

» Les démonstrations de ces théorèmes sont basées sur la proposition que j'ai indiquée à la fin du paragraphe I.

» Pour traiter la seconde question, où l'on se donne à l'avance une fonction d'une variable, il est naturel de suivre la marche suivante : étudier d'abord les cas de discontinuités les plus simples, et chercher à ramener les fonctions les plus générales à des types particuliers pour lesquels on saura si le problème est possible ou non. En suivant cette voie, je suis arrivé à démontrer que le problème est possible lorsque la fonction donnée rentre dans l'une des catégories suivantes :

» 1° Les discontinuités de seconde espèce [c'est-à-dire celles pour lesquelles $f(x+0)$ et $f(x-0)$ n'existent pas tous les deux] n'existent pas, ou bien sont en nombre fini, ou bien ont lieu en des points formant un ensemble dont le premier dérivé est dénombrable. Ce théorème se démontre par voie de récurrence, et en utilisant les résultats de M. Cantor sur les ensembles.

» 2° La fonction n'a de discontinuités qu'en des points formant un ensemble parfait, qui n'est condensé dans aucun intervalle, et de plus elle a la même valeur en tous les points de cet ensemble.

» 3° La fonction est une somme d'un nombre fini ou infini de fonctions rentrant dans l'une des deux classes précédentes.

» On n'obtient pas encore ainsi toutes les fonctions *ponctuellement discontinues*, de sorte que la question de savoir si la condition nécessaire que nous avons trouvée est suffisante n'est pas complètement résolue. Je montre

qu'on peut la ramener à celle-ci : voir si le problème est possible pour une fonction égale partout à o, sauf aux points d'un ensemble E où elle est égale à 1, l'ensemble E n'étant condensé dans aucun intervalle et étant d'ailleurs quelconque.

» III. Quand on considère une fonction de plus de deux variables, le théorème A se généralise de la manière suivante :

» *Si l'on peut partager les variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ en deux groupes $x_1 x_2 \ldots x_p$ et $x_{p+1} x_{p+2} \ldots x_n$ tels que la fonction donnée soit partout continue par rapport à chacun de ces deux groupes de variables, il y a, dans tout domaine à n dimensions, des points où la fonction est continue par rapport aux n variables.*

» On voit qu'il reste à étudier le cas où l'on suppose seulement la continuité par rapport à chacune des n variables; les démonstrations employées pour deux variables ne semblent plus s'appliquer à ce cas, du moins d'une façon immédiate. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le potentiel de la double couche.* Note de **A. Liapounoff**, présentée par M. Poincaré.

« Soit S une surface admettant un plan tangent; considérons l'intégrale

$$W = \int \frac{u \cos\varphi \, ds}{r^2}$$

qui représente, avec les notations très connues, ce que l'on appelle *potentiel d'une double couche.*

» On admet généralement que, les points P et P' se rapprochant indéfiniment du point M_0, on a

$$\lim \left(\frac{\partial W}{\partial n}\right)_P = \lim \left(\frac{\partial W}{\partial n}\right)_{P'}.$$

» Mais on n'a jamais donné de cette propriété de démonstration suffisante.

» Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

» Théorème I. — *La fonction μ étant une fonction continue quelconque, supposons que, au point M_0, les sections normales de la surface ont toutes des courbures finies et déterminées. Alors, si les points P et P' tendent vers M_0 de manière qu'on ait toujours*

$$PM_0 = M_0P',$$

on aura

$$\lim\left[\left(\frac{\partial W}{\partial n}\right)_P - \left(\frac{\partial W}{\partial n}\right)_{P'}\right] = 0.$$

» Théorème II. — *La condition précédente relative au point* M_0 *étant remplie, prenons ce point pour pôle des coordonnées polaires, le rayon vecteur* ρ *et l'angle polaire* θ, *dans le plan tangent à la surface, et posons*

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \mu\, d\theta = \bar{\mu}.$$

Alors, toutes les fois que l'on pourra trouver un nombre positif α, *tel qu'on ait*

$$\lim_{\rho=0}\left(\frac{\bar{\mu}-\mu_0}{\rho^{1+\alpha}}\right) = 0,$$

μ_0 *étant la valeur de* μ *au point* M_0, *on aura des limites déterminées pour*

$$\left(\frac{\partial W}{\partial n}\right)_P, \quad \left(\frac{\partial W}{\partial n}\right)_{P'}$$

et ces limites seront égales.

» En me bornant ici seulement à ces énoncés, j'exposerai mon analyse, si l'Académie me permet, dans une autre Communication.

» Pour démontrer le théorème I, je prends M_0 pour origine et la normale pour axe des z, et je pose

$$W = W_0 + W_1,$$

W_0 et W_1 étant les potentiels dus aux parties de la surface dont la distance à l'axe des z est respectivement plus petite ou plus grande que R.

» Je pose

$$W'(z) = \frac{dW}{dz},$$

et j'arrive à la formule suivante

$$W_0'(z) - W_0'(-z) = -\frac{6\pi\mu_0\varpi_0 R^4 z}{(R^2+z^2)^{\frac{5}{2}}} + F(z, R),$$

et, par suite, en passant au potentiel $W(z)$ de la surface entière,

$$W'(z) - W'(-z) = F(z, R) + W_1'(z) - W_1'(-z) - \frac{6\pi\mu_0\varpi_0 R^4 z}{(R^2+z^2)^{\frac{5}{2}}},$$

$F(z, R)$ étant une fonction qu'on pourra faire, en attribuant à R une valeur

suffisamment petite et indépendante de z, aussi voisine de zéro qu'on voudra, et cela pour toutes les valeurs de z. La formule obtenue fait donc voir que l'on a

$$\lim_{z=0}[W'(z) - W'(-z)] = 0,$$

et c'est bien le théorème I.

» Supposons maintenant que les conditions du second théorème se trouvent remplies, on pourra écrire

$$W'_0(z) = -\frac{2\pi\mu_0 R^2}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{3\pi\mu_0\varpi_0 R^4 z}{(R^2+z^2)^{\frac{5}{2}}} + \Phi(z, R),$$

en désignant par $\Phi(z, R)$ une fonction de la même espèce que la fonction $F(z, R)$ considérée tout à l'heure.

» Or, on s'assure facilement que l'expression $W'_1(0) - \frac{2\pi\mu_0}{R}$ tend, pour $R = 0$, vers une limite déterminée. Donc, en désignant cette limite par L et en remarquant qu'en vertu de l'expression de $W'_0(z)$ on a

$$\begin{aligned} W'(z) - L = {} & \Phi(z, R) + W'_1(0) - \frac{2\pi\mu_0}{R} - L \\ & + W'_1(z) - W'_1(0) + 2\pi\mu_0\left[\frac{1}{R} - \frac{R^2}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}\right] - \frac{3\pi\mu_0\varpi_0 R^4 z}{(R^2+z^2)^{\frac{5}{2}}}, \end{aligned}$$

on arrive à la conclusion que

$$\lim_{z=0} W'(z) = L,$$

et c'est le théorème II. »

PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de la polarisation rotatoire magnétique.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans l'étude qu'il vient de faire du phénomène de M. Zeeman, M. Cornu ([1]), après avoir établi les meilleures conditions de l'expérience, insiste sur ce point que sa production nécessite la présence, dans le champ magnétique, de la source lumineuse elle-même. Des essais faits pour voir si un résultat du même ordre n'aurait pas lieu quand le rayon polarisé traverse seulement le champ magnétique lui ont donné un résultat négatif. Ces essais ont été faits avec la liqueur de Thoulet.

([1]) Cornu, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 555.

» Le même résultat négatif avait été obtenu il y a vingt ans par Tait [1]. Ces tentatives devaient être essayées d'après les idées de Maxwell sur la polarisation rotatoire magnétique. D'après celles-ci, le champ magnétique est dû à un mouvement tourbillonnaire autour des lignes de force du milieu qui transmet les actions magnétiques [2]. Ce seul fait permet d'expliquer l'addition des rotations pour un même rayon parcourant le champ d'abord dans un sens, puis dans l'autre, quel que soit le mode d'action du champ sur le rayon; ceci résulte de simples considérations de symétrie. Il restait à savoir si la réaction du champ sur le rayon circulaire était de nature purement élastique, c'est-à-dire sans modification de la quantité d'énergie transmise, ou s'il y avait une modification de la quantité d'énergie lumineuse sous l'action du champ. Dans le premier cas, la vitesse de propagation seule sera modifiée. M. Cornu [3] a montré qu'il y a effectivement une modification de la vitesse de propagation. Il faut savoir si le second effet ne se produit pas.

» Ce second effet peut se produire de deux façons : ou bien par une variation du rayon du cercle de trajectoire d'une molécule d'éther, ou bien par un retard ou une avance de la molécule restant sur sa même trajectoire. C'est de ce second effet que dépendrait le changement de période. J'ai cherché à montrer avec précision qu'il n'existe pas.

» J'ai opéré d'abord avec la liqueur de Thoulet. La lumière employée était celle du Soleil. La lumière était polarisée circulairement avant de pénétrer dans le champ magnétique. L'électro-aimant était celui de Faraday, le courant était de 20 ampères, la cuve avait 1^{cm} d'épaisseur. La rotation était alors de 6° à 7°. L'appareil de dispersion était un réseau de Rowland de 3^m de rayon, 12^{cm} d'ouverture, $1^{\mu},73$ d'écartement de traits. Le pointé se faisait avec un oculaire micrométrique, on pouvait apprécier un déplacement de $\frac{1}{200}$ environ de la distance des deux raies D.

» Dans ces conditions, je n'ai rien observé. Il est aisé de voir qu'il devait en être ainsi. En admettant que toute la rotation soit due à la modification de force vive qui change la période, on voit que, 1^{cc} de liqueur de Thoulet donnant dans le champ employé environ 6° de rotation, ceci correspond à un retard de $\frac{1}{60}$ de période pour tout le parcours du rayon dans le champ

---

(1) *Sur une influence possible du magnétisme sur l'absorption de la lumière* (*Proc. Roy. Soc. of Edinburgh*, session 1875-1876, p. 118).

(2) MAXWELL, *Électricité et Magnétisme*, t. II, p. 514. (Traduction française.)

(3) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1368.

magnétique, qui exige 30000 périodes environ. Donc la période serait modifiée dans ce parcours de 5.10^{-7} environ de sa valeur. Je ne pouvais apprécier une aussi faible variation.

» J'ai alors utilisé la propriété suivante du réseau : la formule de déviation est, en appelant α, α' les angles d'incidence et de diffraction, λ la longueur d'onde, e l'écartement des traits, m un nombre entier,

$$\sin\alpha + \sin\alpha' = \frac{m\lambda}{e},$$

d'où, pour α constant,

$$\frac{d\alpha'}{d\lambda} = \frac{m}{e\cos\alpha'}.$$

Donc, pour $\alpha' = 90^\circ$, la diffraction étant rasante, la dispersion est infinie. J'ai opéré avec le sixième spectre et la région b du spectre solaire, qu'on peut amener à la diffraction rasante pour ce spectre. Un premier spectre peu étalé tombait sur la fente du réseau, permettant d'isoler le sixième spectre des précédents et suivants. La distance de la fente au réseau était réglée de manière que les lignes fussent à l'infini, et l'observation faite au moyen d'une lunette astronomique. Dans ces conditions, aucun déplacement n'a pu être observé. Les images étaient moins bonnes et surtout plus difficiles à obtenir que dans le spectre normal, mais la dispersion était très considérable, car déjà sur le cinquième spectre, les deux raies D amenées à la diffraction presque rasante ne pouvaient être ensemble dans le champ de la lunette.

» J'ai ensuite pensé que, pour être sûr de l'absence complète du phénomène, il fallait s'adresser à un corps ayant un pouvoir rotatoire spécifique d'un autre ordre que la liqueur de Thoulet. C'est le cas du fer transparent, comme l'a montré Kundt. J'ai donc préparé des dépôts électrolytiques de fer transparent sur verre platiné, au moyen d'un bain d'oxalate double ferroso-potassique, aimablement préparé pour moi par M. A. Chassevant. Quelques précautions sont nécessaires relativement à la densité du courant et à la concentration. La rotation que j'ai pu obtenir avec ces lames a été, pour les points encore bien transparents, d'environ 30'. L'épaisseur, évaluée d'après les données de l'électrolyse, est de l'ordre de $0^\mu,01$. Nous aurions donc, dans l'hypothèse d'une altération de période, un retard de $\frac{1}{720}$ de circonférence en $\frac{1}{30}$ de longueur d'onde, soit $\frac{1}{24}$ de période. La longueur d'onde, 0,589, devrait devenir 0,615 et 0,565 suivant le sens du courant.

» La lumière étant très diminuée par l'absorption du fer, j'ai dû renoncer

à la diffraction rasante et prendre les raies D. Le pointé se faisait moins bien, seulement à $\frac{1}{50}$ près de leur distance : la longueur d'onde se déterminait donc encore à $\frac{1}{50000}$ près de sa valeur. L'observation ne donnant rien, cela prouve que, s'il y a un retard ou une avance du mouvement vibratoire, ce phénomène produit au plus $\frac{1}{4000}$ de la rotation, car la variation produite par l'inversion du sens du courant serait de $\frac{1}{12}$.

» Les expériences de M. Cotton [1] et de M. Righi avaient déjà montré qu'il n'y avait pas d'absorption lumineuse ni d'augmentation d'intensité dans le champ magnétique, sauf peut-être dans le cas du fer. Mes expériences permettent d'affirmer que, même dans ce cas, s'il y a absorption de lumière, elle se produit sans changement de période [2]. »

THERMODYNAMIQUE. — *De la variation de l'énergie dans les transformations isothermes. — De l'énergie électrique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Dans l'évaluation de la variation d'énergie d'un système, on néglige souvent, en dehors de l'étude de la Thermodynamique proprement dite, de préciser la nature exacte de la transformation. Dans bien des cas le phénomène est supposé assez lent pour que la température du système reste sensiblement égale à la température constante du milieu ambiant. Mais tout en supposant la transformation isotherme, on la suppose aussi adiabatique, car on ne tient compte que du travail des forces extérieures, en négligeant les quantités de chaleur que le système doit prendre ou céder au milieu ambiant pour maintenir sa température constante. C'est là une faute, car il est rare qu'une transformation soit réellement à la fois adiabatique et isotherme.

» Considérons, en effet, un système, siège d'une transformation réversible, qui ne reçoit du milieu extérieur que de la chaleur et du travail.

---

(1) Cotton, *Éclairage électrique*, t. VIII, p. 162 et 199.

(2) Le succès de l'application des équations de Lagrange aux phénomènes d'induction semble prouver que l'énergie du champ magnétique est de l'espèce cinétique. Cette énergie modifie les propriétés purement élastiques du champ pour les rayons circulaires et ne modifie que celles-là. Il semble donc que le champ magnétique prouve expérimentalement la possibilité de l'idée de Lord Kelvin : L'élasticité peut être due à un mode de mouvement. [Lord Kelvin, *Conférences et allocutions* (Traduction française, p. 93).]

Soient T sa température thermodynamique et x une autre variable dont dépend son état. Dans une transformation élémentaire, la quantité de chaleur dQ et le travail dW mis en jeu peuvent être représentés par

$$(1) \qquad dQ = a\,dT + b\,dx, \qquad dW = h\,dT + k\,dx;$$

les différentielles dU et dS de l'énergie et de l'entropie s'expriment alors par

$$(2) \qquad dU = J\,dQ - dW = (Ja - h)\,dT + (Jb - k)\,dx,$$

$$(3) \qquad dS = \frac{dQ}{T} = \frac{a}{T}\,dT + \frac{b}{T}\,dx.$$

» En écrivant à la façon ordinaire que dU et dS sont des différentielles exactes, on obtient deux relations qui par élimination donnent

$$(4) \qquad b = \frac{T}{J}\left(\frac{\partial k}{\partial T} - \frac{\partial h}{\partial x}\right),$$

formule qui renferme, comme cas particuliers, les formules bien connues de Clapeyron, et qu'on pourrait appeler la *formule de Clapeyron généralisée*. Elle montre que, sauf le cas où la différentielle du travail dW est une différentielle exacte, cas exceptionnel, b est différent de zéro, et par conséquent qu'il faut retirer ou fournir de la chaleur ($b\,dx$) au système pour maintenir sa température constante quand x varie. On voit, enfin, que la variation d'énergie à température constante dU_T est donnée par

$$(5) \qquad dU_T = (Jb - k)\,dx = \left[T\left(\frac{\partial k}{\partial T} - \frac{\partial h}{\partial x}\right) - k\right]dx,$$

et non par $-k\,dx$, comme on l'admet souvent en négligeant b.

» Pour donner un exemple de l'erreur commise, je vais faire application de ces relations au cas d'un condensateur formé par un diélectrique solide dont les faces opposées sont métallisées pour constituer les armatures.

» Désignons par M la valeur absolue de la charge de chaque armature, par V leur différence de potentiel et par C la capacité. Si, à l'aide d'un replenisher infiniment petit et convenablement disposé, on fait infiniment lentement passer une quantité d'électricité $+dM$ sur l'armature positive et $-dM$ sur l'autre, le travail $-dW$ de la force extérieure nécessaire pour vaincre les forces électriques est, comme on le sait, donné par

$$(6) \qquad -dW = V\,dM = \frac{M}{C}\,dM.$$

Mais pour maintenir constante la température malgré cet accroissement de charge dM, il se peut qu'il faille fournir ou retirer une certaine quantité de chaleur qu'on peut représenter par $b\,dM$ [1].

» Supposons qu'ensuite on fasse varier de dT la température du condensateur à charge constante, il faudra fournir une certaine quantité de chaleur $a\,dT$, et les forces extérieures, malgré la dilatation, n'accompliront aucun travail (ce sont des forces *intérieures* qui contrebalancent l'attraction électrique des armatures).

» Dans l'ensemble de ces deux transformations élémentaires réversibles, la quantité totale de chaleur mise en jeu est donc

$$dQ = a\,dT + b\,dM, \tag{7}$$

tandis que le travail est représenté par la relation (6). En comparant (6) et (7) à (1), on voit qu'on a ici

$$x = M, \qquad h = 0, \qquad k = -\frac{M}{C};$$

d'où, d'après (5),

$$dU_T = \left(T\frac{M}{C^2}\frac{dC}{dT} + \frac{M}{C}\right)dM = \frac{1}{C}\left(1 + \frac{T}{C}\frac{dC}{dT}\right)M\,dM. \tag{8}$$

Ce qui donne, pour la variation finie d'énergie ΔU_T à température constante T quand la charge varie de 0 à M (en supposant C indépendant de M)

$$\Delta U_T = \frac{1}{C}\left(1 + \frac{T}{C}\frac{dC}{dT}\right)\frac{M^2}{2} = \frac{1}{2}MV\left(1 + \frac{T}{C}\frac{dC}{dT}\right) \tag{9}$$

et non $\frac{1}{2}MV$, comme on l'admet habituellement, car C dépend toujours de la température, tant à cause de la dilatation, qui écarte et agrandit les armatures, qu'à cause de la variation du pouvoir inducteur spécifique.

» Pour un condensateur dont la paraffine est le diélectrique, en ne tenant compte que de la dilatation, on trouve que la variation d'énergie serait $\frac{1}{2}MV \times 1{,}08$. L'erreur commise est donc probablement voisine de $\frac{1}{10}$.

» Dans la décharge du condensateur, l'énergie calorifique créée est

---

(1) Cette Note était écrite quand j'ai reconnu que M. Vaschy, dans son *Traité d'Électricité et de Magnétisme* (t. I, p. 127) avait déjà donné l'expression de la quantité de chaleur qu'un condensateur doit prendre au milieu ambiant pour maintenir sa température constante pendant la charge. Cette formule est bien conforme à ce que donne la relation générale (4).

égale à $\frac{1}{2}$MV + $\frac{1}{2}$MV $\frac{T}{C}\frac{dC}{dT}$. Il est vraisemblable que le premier terme ($\frac{1}{2}$MV) représente l'énergie calorifique créée dans le circuit réunissant les armatures, comme on l'a toujours admis, et que le terme $\frac{1}{2}$MV $\frac{T}{C}\frac{dC}{dT}$ représente l'énergie calorifique créée dans le diélectrique.

» Un raisonnement semblable au précédent montre que, si une enceinte conductrice renferme différents conducteurs présentant sur l'enceinte des excès de potentiel V et des charges M, le tout formant un système rigide, l'augmentation d'énergie à température constante T pendant la charge est donnée par

$$\Delta U_T = \frac{1}{2}\Sigma MV - \frac{T}{2}\frac{\partial(\Sigma MV)}{\partial T},$$

les charges données M étant indépendantes de la température, mais les excès de potentiel V en dépendant généralement.

» L'expression erronée de la variation d'énergie, quand on néglige la quantité de chaleur mise en jeu, représente le travail des forces extérieures. Or, si la transformation est isotherme, la différentielle de ce travail est une différentielle exacte; en croyant écrire que la différentielle de l'énergie est exacte, on écrit en réalité que la différentielle du travail est exacte; mais il n'y a aucune erreur si l'on considère une transformation isotherme; on précise implicitement ainsi la nature de la transformation. Il en résulte que, sauf en ce qui concerne l'évaluation de l'énergie, toutes les conséquences de ces raisonnements sont justes, en général. Tel est le cas, par exemple, des formules données pour la contraction électrique des gaz, pour la déformation d'un condensateur, pour l'extension de la surface libre d'un liquide, etc. »

PHYSIQUE. — *Sur la dissémination des rayons* X. Note de M. **Abel Buguet**, présentée par M. J. Violle.

« Dans une Note précédente ([1]), j'ai signalé l'application de la dissémination des rayons X à la productien de silhouettes radiographiques, par retour des rayons X. Ce même retour des rayons X, voilant au dos les plaques radiographiques, a été longtemps la cause d'insuccès dans l'étude des objets très opaques.

([1]) *Comptes rendus*, 16 août 1897.

» J'ai pensé qu'il serait utile de montrer directement ces effets de retour et l'efficacité des moyens que l'on peut leur opposer.

» L'épreuve 1 a été obtenue en radiographiant une grosse montre, sur une plaque dont le dos était à moitié couvert d'une feuille de plomb. La pose a duré deux minutes, à 12^{cm} d'un tube très fort et très pénétrant. On voit que la partie non protégée par le plomb est couverte d'un voile qui efface presque complètement la silhouette. La silhouette est au contraire nette et vigoureuse là où le plomb a arrêté les rayons X de retour.

» L'épreuve 2 montre bien peu de chose d'une montre radiographiée le 18 avril en dix minutes, à $6^{cm},5$, sur une plaque dont le dos était nu.

» Les épreuves 3 et 4 ont été obtenues en dix minutes, à 20^{cm}, sur plaques dont le dos était entièrement protégé par du plomb. On y voit tous les détails du mécanisme, au travers des boitiers.

» Toutefois les bords sont voilés par les rayons disséminés dans l'air au-dessus de la plaque et pénétrant obliquement sous les bords relevés de la montre. C'est là une cause locale de voile qui a été écartée dans l'épreuve 5 en cernant le contour de la montre d'un cylindre de plomb, de hauteur égale à la demi-épaisseur de la montre, (cinq minutes à 12^{cm}).

» J'ai appliqué ces deux modes de protection à la radiographie d'un fusil Lebel entier (épreuve 6). Les poses à 20^{cm} ont été de dix minutes pour la platine et de une minute pour les autres parties.

» On y voit, au travers des joues d'acier de la platine, la cartouche qui est dans l'auget, prête à passer au canon. Presque aussi bien que pour les cartouches du magasin, on voit, au travers de la douille, la balle de plomb et la poudre pyroxylée fournie aux sociétés de tir, qui se distinguerait par son état physique de la poudre de guerre. On est renseigné facilement sur les positions des cartouches dans le magasin et l'état du ressort à boudin.

» On voit aussi bien les balles au travers des barillets de revolvers.

» L'emploi des écrans protecteurs, qui n'est pas indispensable pour les poses courtes devant des tubes peu pénétrants, devient nécessaire dans les poses longues.

» Dans les applications médicales, ils permettent aussi d'obtenir des épreuves plus détaillées, par des poses plus courtes. »

PHYSIQUE. — *Sur les volumes moléculaires et les densités des gaz en général à toute température et aux pressions moyennes*. Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« I. *Volumes moléculaires à 0°*. — Au moyen des données numériques renfermées dans mes Notes des 18 octobre et 2 novembre, j'ai calculé :

» 1° Le volume moléculaire [1] par rapport à l'oxygène à 0° et 76^{cm} des divers gaz dont j'ai déterminé la densité :

$$(1) \qquad v_{76} = \frac{M}{D} \times \frac{1,10523}{32},$$

D étant leur densité expérimentale par rapport à l'air;

» 2° La correction γ à y apporter pour obtenir le volume moléculaire de chaque gaz sous la pression π^{cm} par rapport à un gaz parfait qui aurait même masse moléculaire que l'oxygène et aussi même densité à 0° et 76^{cm} :

$$(2) \qquad \gamma = A_{\pi}^{76}(76 - \pi).$$

» La courbe $y_1 = 1 - v_\pi 10^4 = f(\theta)$ présente, à la température absolue 93 (température critique d'un gaz réel qui suivrait la loi de Mariotte à 0° et à π^{cm}), l'ordonnée -7. Nous devons donc attribuer au gaz fictif à 0° et 76^{cm} une masse spécifique inférieure de $\frac{7}{10000}$ à celle de l'oxygène [2] et augmenter de 7 unités les ordonnées de la courbe provisoire.

» Les valeurs de $y_2 = 10007 - v_\pi$ sont bien représentées par

$$(3) \qquad y = 122.10^{-5}(\theta - 93)^2 - 155.10^{-8}(\theta - 93)^3 + 13.10^{-9}(\theta - 93)^4,$$

pour tous les gaz de la série normale.

» Parmi les gaz plus compressibles, l'ammoniac, seul étudié, a un y supérieur de 16 pour 100 à celui d'un gaz normal de même point critique. J'ai admis qu'il en était de même pour les trois autres.

» De même, parmi les gaz moins compressibles, les y de H^2S et Cl sont les 0,93 que donne la formule (3). J'ai admis le même rapport pour PH^3.

» II. *Densités à 0° des gaz en général.* — Inversement, la connaissance des données critiques d'un gaz permet de calculer y, γ, puis sa densité par rapport à l'air à 0° et 76^{cm} ou, en général [3], aux pressions moyennes.

---

[1] Voir *Comptes rendus* du 8 février 1897.

[2] Le volume occupé par une molécule-gramme d'oxygène (32^{gr}), à 0° sous la pression de 76^{cm} de mercure à Paris, est, d'après mes expériences, $22^{lit},357$; celui de la molécule d'hydrogène, $22^{lit},400$; celui du gaz parfait, $22^{lit},373$. La densité de ce dernier par rapport à l'air, à 0° et 76^{cm} (à Paris), serait 1,1045 pour un poids moléculaire égal à 32. Sa masse spécifique, dans ces mêmes conditions, serait donc $1^{gr},4283$ par litre; soit, pour chaque unité contenue dans la masse moléculaire M : 0,044635 (masse spécifique C.G.S., à 0° : $44034.10^{-15}.M$).

[3] L'erreur sur γ augmente à mesure que la pression s'éloigne de π^{cm}. D'autre part, le calcul ne s'applique sûrement qu'aux gaz de la série normale.

» J'ai rapproché, dans le Tableau ci-après, des densités d ainsi calculées à 0° et 76^{cm} les densités (D. anc.) qui étaient classiques au début de mes recherches.

III. *Densités à diverses températures.* — Traitant l'équation (3) comme j'ai traité l'équation en z dans ma précédente Communication, on trouve

$$(4) \qquad y_T = 12,3 - 83\chi + 173\chi^2 - 130\chi^3 + 72\chi^4.$$

» Connaissant ainsi le volume moléculaire à T sous la pression π^{cm}, on passe à une pression p quelconque, au moyen de la formule

$$v_p = v_\pi - A_\pi^p (p - \pi),$$

d'où

$$(5) \qquad 10^4 . v_{pT} = 10000 - y_T - (e-1) z_T - (e-1)^2 u_T,$$

dans laquelle $e = \frac{p}{\pi}$ (p étant compté en centimètres, mais π en atmosphères).

» La masse spécifique du gaz considéré, en grammes par litre, à T° (abs.), sous la pression de p^{cm} à Paris, est donc enfin

$$(6) \qquad \mu = \frac{44635 . M . \frac{p}{76} . \frac{273}{T} . 10^{-10}}{10000 - y_T - (e-1) z_T - (e-1)^2 u_T}.$$

» *Remarques.* — I. Si le gaz considéré n'appartient pas à la série normale, il faudra tenir compte des observations faites à propos de y, z et u.

» II. La densité d'un gaz par rapport à un autre de masse spécifique M′ a pour valeur, d'après ce qui précède, à une température et une pression quelconques,

$$(7) \qquad \Delta = \frac{M}{M'} \frac{10000 - y'_T - (e'-1) z'_T - (e'-1)^2 u'_T}{10000 - y_T - (e-1) z_T - (e-1)^2 u_T}.$$

Cette formule rappelle l'hypothèse dont je suis parti, et qui a pris force de loi par les nombreuses vérifications auxquelles elle a donné lieu : *la densité d'un gaz par rapport à un autre pris dans des états correspondants est invariable.*

» Ceci suppose que les deux gaz appartiennent à la même série. On peut obtenir les densités par rapport à l'air, à 0° et 76^{cm}, en attribuant à celui-ci la masse moléculaire 28,96 et le volume moléculaire 0,9997.

» III. J'ai inscrit, dans le Tableau ci-dessous, la masse spécifique μ_0, à 0° et 76^{cm}, du gaz de masse moléculaire M qui suivrait la loi de Mariotte dans ces conditions, et la densité correspondante $d_0 = \frac{d}{v}$. Il faut remarquer que celle-ci n'est nullement une limite inférieure de la densité.

Gaz.	M.	D. exp.	$10^4 v_{16}$.	$10^4 \gamma$.	$10007 - v_\pi 10^4$.	y.	$d_0 = \frac{d}{\varphi}$.	d.	D. anc.	μ_0.
H.	2,0152	0,06948	10019	− 3	−9	(?)	0,06956	0,06948	0,06926	0,089
Az.	28,010	0,9671	10004	+ 2	+1	1,3	0,9668	0,9671	(0,9714)	1,250
CO.	28,004	0,9670	10003	+ 2,5	1,5	1,8	0,9666	0,9670	0,9678	1,250
O.	32 (base)	1,1052	10000	+ 2,5	4,5	4,4	1,1045	1,1052	1,1056	1,428
AzO.	30,005	»	»	+ 1	»	9	1,0356	1,0366	1,039	1,339
C^2H^4.	28,039	»	»	+ 26	»	50	0,9678	0,975	0,985	1,251
CO^2.	44,004	1,5287	9942	− 1	66	66	1,5188	1,5287	1,52901	1,964
Az^2O.	44,010	1,5301	9934	+ 3	70	70	1,5190	1,5302	1,527	1,964
C^2H^2.	26,024	[0,9056]	»	+ 11	»	70	0,8982	0,9055	0,92	1,161
HCl.	36,478	1,2692	9927	− 7	87	84	1,2590	1,2688	1,256	1,628
Cy.	52,018	»	»	+ 43	»	180	1,7954	1,8363	1,8064	2,321
$(CH^3)^2O$. . . .	46,055	»	»	+ 66	»	191	1,5896	1,631	»	2,056
CH^3AzH^2. . .	31,048	»	»	+ 14	»	242	1,0716	1,100	1,08	1,386
SO^2.	64,056	2,2639	9773	− 9	243	243	2,2109	2,2639	2,234	2,859
$(CH^3)^3Az$. . .	59,087	»	»	+241	»	255	2,0394	2,146	»	2,637
$(CH^3)^2AzH$. .	45,066	»	»	+100	»	260	1,5554	1,613	»	2,011
CH^4.	16,035	»	»	+ 6	»	13	0,5534	0,5545	0,5576	0,715
C^2H^6.	30,054	»	»	+ 56	»	80	1,0373	1,052	1,075	1,341
AzH^3.	17,028	0,6971	9850	− 70	227	225	0,5877	0,5970	0,5967	0,760
CH^3Cl.	50,497	»	»	+ 10	»	248	1,7429	1,789	1,73	2,254
PH^3.	33,998	»	»	+ 14	»	80	1,1734	1,1845	1,214	1,517
H^2S.	34,071	1,1895	9892	− 19	134	134	1,1760	1,1897	1,1912	1,520
Cl.	70,940	2,491	9836	− 36	207	209	2,4485	2,4913	2,44	3,166

» IV. *Vérifications*. — J'ai profité de la préparation de l'acétylène faite en vue d'étudier sa compressibilité pour en déterminer la densité. J'ai trouvé pour ce gaz, qui contenait 3 millièmes d'air : 0,9059 et, par suite, pour le gaz pur : 0,9056. La vérification est parfaite. Il est même remarquable que les erreurs très petites, mais très nombreuses, inhérentes à ce calcul, se compensent aussi exactement.

» La densité calculée de PH^3 s'accorde aussi remarquablement avec celles que l'on trouve dans nos classiques récents (1,184 et 1,185) mais non avec celle de Dumas (1,214). »

Table des élements, disposée avec les poids atomiques en proportions multiples; par M. H. WILDE

	+ Hn —		+ H2n —		H3n.	H4n.	H5n.	H6n.	H7n[1].	
1.										
2.	Li = **7**		Gl = 8		C = **12**	— = **16**	B = **10**	— = **18**	N = **14**	
	7[2]		9,2		12		11		14	
									A = **21**	
3.	Na = **23**	F = **19**	Mg = **24**	O = **16**	Al = **27**	— = **32**	P = **30**	— = **36**	Si = **35**	
	23	19	24	16	27		31		21 : 28 : 35	
4.	K = **39**	Cl = **35**	Ca = **40**	S = **32**	Sc = **42**	Ti = **48**	V = **50**	Cr = **54**	Fe = **56**	56
	39	35,5	40	32	44	48	51,2	52,4	Mn = **56**	55
									Ni = **56**	58
									Co = **56**	59
5.	Cu = **62**		Zn = **64**		Ce = **69**	Ge = **72**	As = **75**			
	63,3		65		92 : 141	72,7	75			
6.	Rb = **85**	Br = **81**	Sr = **88**	Se = **80**	Ga = **96**	Zr = **92**	Nb = **95**	Mo = **96**		
	85	80	87,5	79	70	90	94	96		
7.	Ag = **108**		Cd = **112**		Y = **123**	Sn = **116**	Sb = **120**		Pb = **105**	105,6
	108		112		61.7 : 89,5	117,8	120		Rh = **105**	104,4
									Ru = **105**	104,4
									Da = **105**	
8.	Cs = **131**	I = **127**	Ba = **136**	Te = **128**	In = **150**	La = **140**	*x* = **140**	*x* = **144**		
	132	127	137	128	75.6 : 113,4	139				
9.	*x* = **154**		*x* = **160**		Er = **177**	*x* = **164**	*x* = **165**			
					170,6					
10.	*x* = **177**		*x* = **184**		Tl = **204**	D = **188**	Ta = **185**	W = **186**	Au = **196**	196,7
					204	95	182	184	Pt = **196**	197,0
									Ir = **196**	198,0
									Os = **196**	198,6
11.	Hg = **200**		Pb = **208**		Th = **231**	U = **240**	Bi = **210**			
	200		207		231,4	240	210			

Hn +	H2n +	H3n.
0 . 0 . 7 = Li = 7	0 . 0 . 8 = Gl = 8	0 . 0 . 12 = C = 12
1 × 23 — 0 = Na = 23	1 × 24 — 0 = Mg = 24	1 × 27 — 0 = Al = 27
2 × 23 — 7 = Ka = 39	2 × 24 — 8 = Ga = 40	2 × 27 — 12 = Sc = 42
3 × 23 — 7 = Cu = 62	3 × 24 — 8 = Zn = 64	3 × 27 — 12 = Ce = 69
4 × 23 — 7 = Rb = 85	4 × 24 — 8 = Sr = 88	4 × 27 — 12 = Ga = 96
5 × 23 — 7 = Ag = 108	5 × 24 — 8 = Cd = 112	5 × 27 — 12 = Y = 123
6 × 23 — 7 = Cs = 131	6 × 24 — 8 = Ba = 136	6 × 27 — 12 = In = 150
7 × 23 — 7 = = 154	7 × 24 — 8 = = 160	7 × 27 — 12 = E = 177
8 × 23 — 7 = = 177	8 × 24 — 8 = = 184	8 × 27 — 12 = Tl = 204
9 × 23 — 7 = Hg = 200	9 × 24 — 8 = Pb = 208	9 × 27 — 12 = Th = 231

(1) Dans la précédente Communication, publiée par les *Comptes rendus :*

P. 650, ligne 24,		*au lieu de*	H × 7n	*on doit lire*	n × H7
»	» 25	»	2H × 7	»	2 × H7
»	» 28	»	3H × 7	»	3 × H7
P. 651,	» 7	»	H × 2	»	H2
»		»	H × 3	»	H3
A la fin de l'article,		»	H × 2	»	H2

(2) Poids atomiques adoptés.

SPECTROSCOPIE. — *Sur quelques nouvelles lignes spectrales de l'oxygène et du thallium.* Note de M. H. WILDE.

« Dans le cours de mes essais pour opérer les transformations du spectre de l'azote et de l'argon, je fis agir l'étincelle électrique sur l'air atmosphérique, à une pression de 20 atmosphères, avec une puissante bobine d'induction à électrodes de thallium, une petite bouteille de Leyde étant intercalée dans le circuit : des lignes rouges apparurent alors dans le spectre; d'après leur position, elles semblaient appartenir à l'argon. Néanmoins, deux de ces lignes disparurent lorsque la décharge fut produite à travers de l'azote séché; mais leur éclat augmenta dans l'oxygène pur.

» Lorsque la décharge fut produite avec des électrodes de platine à travers l'azote, les trois lignes disparurent du spectre. Les mêmes résultats furent obtenus en agissant sur les gaz au moyen de l'étincelle électrique, à la pression atmosphérique ordinaire.

» Une comparaison des longueurs d'onde des trois lignes a montré qu'aucune d'elles ne coïncidait avec celles de l'argon ; mais elles ont été reconnues comme de nouvelles lignes d'oxygène et de thallium qui, jusqu'ici, ne figuraient pas sur les cartes. Deux de ces lignes, 7760 et 7160, appartiennent à l'oxygène et la troisième ligne, 6955, au thallium. La ligne d'oxygène, 7160, a été trouvée utile dans la séparation de l'argon de l'air atmosphérique par la méthode d'action par étincelles; la présence ou l'absence de la ligne indiquant un excès ou une insuffisance d'oxygène pendant l'opération.

» En outre de la nouvelle ligne de thallium, 6955, j'avais précédemment observé une ligne rouge caractéristique, 6560 (1). La nouvelle ligne était remarquable en ce que c'était une des deux lignes du spectre de l'arc, correspondant, dans le spectre du thallium, aux paires semblables de lignes observées dans les spectres d'arc de l'indium et du gallium. Les positions des trois paires de lignes dans le spectre et les distances entre chaque paire sont, pour les trois éléments respectivement, dans l'ordre de leurs poids atomiques, telles qu'elles ont été formulées par M. Lecoq de Boisbaudran.

» Mon observation sur les nouvelles lignes du thallium, 6955, 6560, me fournit l'occasion d'appeler de nouveau l'attention sur l'étude spec-

(1) *Proc. Roy. Soc.*, t. LIII, p. 369-372; 1893.

troscopique du thallium par M. Jean Stas (¹), dans laquelle il est déclaré que le spectre électrique de ce métal consiste en une ligne verte simple ne pouvant être doublée, exactement comme le spectre de la flamme. Comme le courant électrique employé par l'éminent chimiste belge en cette recherche provenait d'une série de trente éléments Bunsen seulement, la ligne rouge dans le spectre de l'arc du thallium échappa à son observation. Pour résoudre la seconde ligne, il est nécessaire que le courant ait une intensité de 100 volts, ou de cinquante éléments Bunsen. La ligne rouge, 6560, dans le spectre de l'arc a été observée dans tous les spécimens de thallium et de ses composés sur lesquels j'ai fait des expériences.

» M. Stas a également admis que le spectre d'étincelles complexe du thallium, observé dans l'air par d'autres investigateurs, n'est pas celui du métal pur, mais de son oxyde. Or j'ai examiné le spectre de l'étincelle du thallium dans l'azote séché, et j'ai trouvé que c'est le même que celui obtenu dans l'air. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action de l'acide azotique sur l'étain.* Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Friedel.

« I. La nature du produit blanc que l'on obtient en traitant l'étain par l'acide azotique est encore mal déterminée. Ce produit serait de l'acide stannique (²) d'après Gay-Lussac, de l'acide métastannique (Berzélius, Fremy), de l'azotate stannique (Montemartini, 1893), de l'azotate basique d'étain (Walker, 1895).

» On désigne généralement sous le nom d'*acide stannique*, le produit qu'on isole du chlorure stannique par l'action d'une base ou d'un carbonate alcalin ou alcalino-terreux, et sous celui d'acide *métastannique* le produit qui résulte de l'action de l'acide azotique sur l'étain. Cette distinction est trop absolue : les deux produits sont des mélanges souvent semblables.

» II. Dans son action sur l'étain, l'acide azotique fournit en effet plusieurs composés différents, suivant les circonstances. Si l'on refroidit à 0° des solutions diversement diluées d'acide azotique ordinaire (D : 1,42) et que dans 200^{cc} environ de chacune d'elles on plonge une baguette d'étain, on observe les faits suivants, faciles à reproduire dans un cours :

(¹) *Œuvres complètes de Jean-Servais Stas*, t. III, p. 202 et suiv.; Bruxelles, 1894. *Chemical News*, t. LXXIII, p. 304-305; 1896.

(²) Pour plus de clarté, je donne aux oxydes stanniques les noms actuels.

» 1. L'acide azotique ordinaire étendu de deux fois son volume d'eau, ou plus dilué encore, dissout l'étain à l'état d'azotate stanneux. En effet, la solution donne avec l'hydrogène sulfuré le précipité brun de sulfure stanneux et possède les propriétés réductrices des sels stanneux.

» 2. L'acide azotique étendu de son volume d'eau dissout encore l'étain, mais à l'état d'azotate stannique. La solution finit par devenir sirupeuse. L'acide azotique en précipite l'azotate stannique, particulièrement peu soluble dans un excès d'acide.

» 3. L'acide azotique ordinaire, non étendu d'eau, donne, en agissant sur l'étain, un précipité blanc. Ce précipité, séparé de l'excès d'acide, est entièrement soluble dans l'eau : c'est de l'azotate stannique. Ainsi, même produit qu'en 2, mais qui se précipite par suite de son insolubilité dans l'acide azotique concentré ; ce précipité d'azotate stannique prend naissance également à la température ordinaire.

» L'acide azotique n'agit donc pas d'une manière spéciale sur l'étain ; il se forme, dans la réaction, un azotate comme avec la plupart des métaux.

» 4. Mais l'azotate stannique, sel à base très faible, est essentiellement décomposable par l'eau. En raison de ce fait, qui est d'ordre général, l'azotate stannique obtenu en 2 et en 3 ne tarde pas à se décomposer en acide stannique ou en azotate basique d'étain, au fur et à mesure que la concentration de l'acide azotique diminue ou sous l'influence d'une élévation de la température. La solution 2 se prend en une masse gélatineuse quand on l'étend d'eau et souvent spontanément. Le précipité obtenu en 3 change de propriétés ; il cesse d'être totalement soluble dans l'eau et, par lavages, laisse un produit que l'acide chlorhydrique transforme en chlorure stannique, avec traces seulement de chlorure métastannique. Il est donc bien constitué, en majeure partie, par de l'acide stannique et non par de l'acide métastannique. C'est un semblable produit que Gay-Lussac a eu entre les mains.

» 5. Cet acide subit dans l'eau ou par la dessiccation ou la transformation en acide métastannique, comme l'acide obtenu en partant du chlorure stannique. La transformation aboutit à la même limite, au corps que je considère comme du stannate de métastannyle, retenant après dessiccation dans le vide 8 pour 100 d'eau et donnant, avec l'acide chlorhydrique, un mélange de chlorure stannique et de chlorure métastannique (*Comptes rendus*, 3 novembre 1897).

» Aussi Fremy, d'une part, en partant du produit obtenu par l'action de l'acide azotique sur l'étain, Musculus, d'autre part, en partant de l'acide stannique isolé du chlorure stannique, ont-ils obtenu tous deux le même prétendu acide $Sn^3O^7H^2$, mélange, molécule à molécule, d'acide stannique SnO^3H^2 et d'acide métastannique $Sn^5O^{11}H^2$.

» Il n'y a donc qu'une différence relative entre les composés obtenus

par les deux procédés. Elle tient à ce que, dans la préparation par l'acide azotique et l'étain, on laisse ordinairement la température s'élever, qu'on lave à l'eau chaude le précipité, que cette préparation est plus longue. Dans ces conditions, on obtient un produit plus riche en acide métastannique que celui qu'on prépare à froid à l'aide du chlorure stannique.

» 6. Lorsqu'on soumet à l'action de l'eau bouillante le produit limite obtenu à froid, il continue à se transformer en acide métastannique; mais il se forme en même temps des quantités croissantes d'acide parastannique (*Comptes rendus*, 27 septembre 1897).

» On n'obtient donc jamais d'acide métastannique pur par l'action de l'acide azotique sur l'étain.

» 7. Si, enfin, on fait bouillir avec de l'eau, pendant huit ou dix heures, l'acide métastannique pur, isolé d'un de ces composés, on obtient l'acide parastannique $Sn^5O^{11}H^2, 3H^2O$ que j'ai déjà décrit, et qui peut être envisagé comme un anhydride interne de l'acide métastannique.

» C'est ce corps qu'a obtenu Berzélius. Il diffère totalement par ses propriétés de l'acide stannique fraîchement préparé et de l'acide métastannique. Mais, à l'époque où Berzélius observa le chlorure de cet acide, l'isomérie n'était pas connue. Dominé par les idées régnantes, d'après lesquelles l'identité de propriétés d'un corps était une conséquence nécessaire de l'identité de composition, Berzélius écrivit à Gay-Lussac une lettre que ce savant, qui soutenait victorieusement une opinion erronée, pouvait résumer ainsi : « Quant aux deux oxydes stanniques, M. Berzélius vient de les » réduire lui-même à un seul. » Le développement de cette question était arrêtée pendant un quart de siècle.

» Lorsqu'en 1844 Fremy reprit ce sujet et rendit probable l'existence de deux acides stanniques ayant une capacité différente de saturation, l'isomérie était connue; le mot est de Berzélius. Ce savant n'apprécia pas la portée du travail de Fremy. « Si M. Fremy, dit-il, avait soumis les deux » composés aux mêmes traitements, il aurait trouvé que les deux ont » même capacité de saturation et eût évité de baser sur une hypothèse » inexacte une autre aussi fausse. »

» Cette opinion de Berzélius est sans doute cause qu'aujourd'hui encore plusieurs savants considèrent les métastannates comme des stannates avec excès variable d'acide stannique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage de la phénylhydrazine* [1]. Note de M. H. CAUSSE, présentée par M. Friedel.

« Lorsque l'acide arsénique est mis en présence de la phénylhydrazine, celle-ci est oxydée; du gaz azote se dégage; il reste du phénol, et une quantité correspondante d'acide arsénique passe à l'état d'acide arsénieux. Cette réaction, souvent observée au cours de nos recherches sur les combinaisons aldéhydophénylhydraziniques, tout d'abord qualitative, devient quantitative, si l'on oxyde la base, ou mieux son chlorhydrate, en milieu acétique.

» L'équation de la réaction est dans ce cas :

$$As^2O^5 + C^6H^8Az^2 = Az^2 + H^2O + C^6H^6O + As^2O^3.$$

» Laissant de côté l'acide arsénique, pour ne nous occuper que de l'acide arsénieux, le seul élément dosé, nous traduirons la réaction par ce fait : 108gr de As^2O^3 correspondent à 108gr de phénylhydrazine, ou une partie d'As^2O^3 à 0,5454 de $C^6H^8Az^2$.

» L'acide arsénieux formé peut être dosé par deux méthodes :

» 1° On fait agir sur le chlorhydrate de phénylhydrazine un volume connu de solution d'acide arsénique, titrée avec l'urane; après réaction, une nouvelle détermination donne la quantité de cet acide non réduit; par différence on obtient le poids de As^2O^3 formé.

» 2° Dans les recherches présentes nous avons principalement employé le titrage à l'iode; il repose sur la propriété que possède ce métalloïde de transformer intégralement, en présence du bicarbonate sodique, l'acide arsénieux en acide arsénique :

$$As^2O^3 + 2I^2 + 2H^2O = 4HI + As^2O^5.$$

» 508gr d'iode correspondent ainsi à 198gr d'acide arsénieux ou une partie d'iode à 0,3897 de As^2O^3. On peut introduire ce facteur dans les calculs, mais il est plus simple de le convertir en acide arsénieux. La solution d'iode dont nous ferons usage est décime-normale; 1cc représente 0,0127 de ce métalloïde et, d'après les données précédentes, 0,00495 de As^2O^3.

---

(1) Une méthode de dosage de la phénylhydrazine a été donnée par M. Von Meyer. D'après cet auteur, la phénylhydrazine, en présence d'un excès d'iode, se dédoublerait selon l'équation

$$C^6H^8Az^2 + 2I^2 = 3HI + Az^2 + C^6H^5I.$$

(*Journal für prakt. Chem.*, t. XXXVI.)

» Si donc V est le volume de liqueur iodique employé, la quantité de phénylhydrazine qui lui correspond sera donnée par la relation

$$V \times 0,00495 \times 0,5454.$$

» Les solutions nécessaires pour ce dosage sont :

» 1° Une solution d'acide arsénique. On dissout à la chaleur du bain-marie 125^{gr} de cet acide dans un mélange de 450^{gr} d'eau et 150^{gr} d'acide chlorhydrique concentré; après dissolution et refroidissement, on filtre et l'on complète le volume d'un litre avec de l'acide acétique cristallisable;

» 2° Une solution décime-normale d'iode, dont 1^{cc} égale 0,0127 d'iode.

» 3° Une solution de soude caustique; on l'obtient en dissolvant 200^{gr} de soude dans 1^{lit} d'eau; elle doit être exempte de sulfures.

» 4° Une solution saturée à froid de bicarbonate sodique.

» 5° De l'eau amidonnée récente et de la phtaléine du phénol.

» *Pratique de l'opération.* — On pèse 0^{gr},20 de chlorhydrate de phénylhydrazine, ou de la base libre, on les introduit dans un ballon de 500^{cc}, on ajoute 60^{cc} de réactif arsénique et un fil de platine roulé en spirale. Le ballon étant relié à un réfrigérant à reflux, on chauffe modérément, pour provoquer et entretenir la réaction, qui se manifeste par un dégagement de bulles gazeuses; lorsque celui-ci a cessé, on porte à l'ébullition. Après quarante minutes de chauffe, la réaction pouvant être considérée comme terminée, on laisse refroidir; on ajoute environ 200^{cc} d'eau, on neutralise avec la soude jusqu'à réaction alcaline franche à la phtaléine; on rétablit l'acidité avec de l'acide chlorhydrique et, dans le liquide froid, on introduit successivement 60^{cc} de solution bicarbonatée, 3 à 4^{cc} d'eau amidonnée; enfin on titre à l'iode.

» Une série de dosages, pratiqués sur 0^{gr},20 de chlorhydrate de phénylhydrazine, nous ont donné en moyenne 56^{cc} d'iode. Le poids correspondant de phénylhydrazine, obtenu en remplaçant dans la relation précédente V par 56, conduit au nombre 0,151, soit 0,759 de base pour l'unité de chlorhydrate; la théorie pour la formule $C^6H^8Az^2.HCl$ donne 0,747.

» La méthode que nous venons d'exposer s'applique également aux combinaisons d'aldéhyde et de phénylhydrazine. Si l'aldéhyde appartient à la série grasse, il est préférable de l'éliminer, à cause de son action sur l'acide arsénique; si, au contraire, elle appartient à la série aromatique, sa présence est indifférente, et le dosage peut être pratiqué sur la combinaison elle-même.

» Nous citerons quelques exemples.

» 0^{gr},20 d'hydrazone de l'aldéhyde orthoxybenzoïque nous ont donné 38^{cc} d'iode, soit 0,101 de phénylhydrazine, ou 0,505 pour l'unité; la théorie pour la formule $C^{13}H^{12}Az^2O$ conduit au nombre 0,509.

» En opérant sur l'hydrazone de l'aldéhyde para, on obtient exactement

le même nombre pour le volume de liqueur iodique, et partant pour la quantité de phénylhydrazine.

» En se plaçant dans certaines conditions, on obtient une combinaison d'aldéhyde salicylique et de phénylhydrazine cristallisée qui, sous le poids de 0gr,20, donne 33cc d'iode, ou 0,441 de phénylhydrazine pour l'unité; la théorie pour l'hydrate $C^{13}H^{12}Az^2O, H^2O$ indique 0,46. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles combinaisons de la phénylhydrazine avec les sels minéraux.* Note de M. **J. Moitessier**, présentée par M. Friedel.

« A. Un même sel peut former avec la phénylhydrazine plusieurs combinaisons. L'iodure de zinc, qui donne les composés $ZnI^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ et $ZnI^2.5(C^6H^5, Az^2H^3)$, en avait déjà fourni un exemple. J'ai obtenu, avec d'autres sels, un certain nombre de combinaisons nouvelles inscrites dans le Tableau suivant (1re colonne), à côté des combinaisons déjà connues (2e colonne) :

$NiCl^2.5(C^6H^5, Az^2H^3)$,	$NiCl^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$,
$CoCl^2.4(C^6H^5, Az^2H^3)$,	$CoCl^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$,
$CoBr^2.5(C^6H^5, Az^2H^3)$,	$CoBr^2 2(C^6H^5, Az^2H^3)$ (1),
$SO^4Co.4(C^6H^5, Az^2H^3)$,	$SO^4Co.2(C^6H^5, Az^2H^3)$,
$SO^4Ni.5(C^6H^5, Az^2H^2)$,	$SO^4Ni.2(C^6H^5, Az^2H^3)$.

» Les nouvelles combinaisons s'obtiennent en faisant agir le sel sur un grand excès de phénylhydrazine.

» Elles sont peu solubles dans l'eau et dans l'alcool à froid, insolubles ou très peu solubles dans l'éther et dans le chloroforme. Elles perdent de la phénylhydrazine à 100°; chauffées lentement jusqu'à 250°, elles ne subissent d'autre changement apparent que quelques variations de teinte. Elles présentent les réactions de la phénylhydrazine et celles du sel qui entre dans leur composition.

---

(1) Le composé $CoBr^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$, dont j'avais seulement mentionné l'existence, a été obtenu par l'action des quantités théoriques de phénylhydrazine en solution alcoolique à 20 pour 100 et de bromure de cobalt en solution alcoolique à 10 pour 100. Il cristallise en fines aiguilles formant des amas sphériques.

» Le *chlorure de nickel phénylhydrazinique* $NiCl^2.5(C^6H^5, Az^2H^3)$ a été obtenu en versant du chlorure de nickel (1 molécule), en solution alcoolique à 6 pour 100, dans de la phénylhydrazine (12 molécules). Il cristallise en longues lamelles rhomboïdales et forme, après dessiccation, une poudre bleue.

» Le *chlorure de cobalt phénylhydrazinique* $CoCl^2.4(C^6H^5, Az^2H^3)$ se prépare en versant dans de la phénylhydrazine (20 molécules), peu à peu et en agitant, du chlorure de cobalt (1 molécule) en solution alcoolique à 10 pour 100. Au bout de quelques minutes, le liquide se prend en une masse formée de cristaux prismatiques. On enlève l'excès de phénylhydrazine par des lavages à l'alcool et l'on obtient, après dessiccation, une poudre rose.

» Le *bromure de cobalt phénylhydrazinique* $CoBr^2.5(C^6H^5, Az^2H^3)$ s'obtient dans les mêmes conditions que le précédent, mais sa précipitation est beaucoup plus lente. Il cristallise en prismes orthorhombiques.

» Le *sulfate de cobalt phénylhydrazinique* $SO^4Co.4(C^6H^5, Az^2H^3)$ se prépare en triturant à froid du sulfate de cobalt finement pulvérisé (1 molécule) avec un excès de phénylhydrazine (10 molécules) jusqu'à ce que le mélange devienne pâteux. Au bout de vingt-quatre heures, la masse est de consistance très ferme; on l'épuise par l'alcool pour enlever l'excès de phénylhydrazine.

» Le composé se présente sous la forme d'une poudre rose amorphe; il cristallise, par évaporation de sa solution aqueuse, en prismes courts formant par leur agglomération des fragments de sphère.

» Le *sulfate de nickel pénylhydrazinique* $SO^4Ni.5(C^6H^5, Az^2H^3)$ a été obtenu par le même procédé [1] que le composé précédent. Il cristallise en prismes par évaporation de sa solution alcoolique.

» On peut aussi obtenir les combinaisons riches en phénylhydrazine par l'action de cette base sur les combinaisons moins riches en phénylhydrazine. Je cherche actuellement à obtenir des combinaisons mixtes soit par l'action d'autre bases organiques sur les combinaisons pauvres en phénylhydrazine, soit par l'action de la phénylhydrazine sur les combinaisons des sels métalliques avec d'autres bases organiques.

» B. Les sels de lithium forment avec la phénylhydrazine des combinaisons cristallisées.

» On obtient avec le chlorure de lithium un composé répondant à la formule $LiCl.2(C^6H^5, Az^2H^3)$, en faisant agir à froid une solution alcoolique de chlorure à 18 pour 100 sur la quantité théorique de phénylhydrazine. Pour provoquer la précipitation du composé, on évapore quelques gouttes de liquide au bain-marie et l'on ajoute à la masse les cristaux obtenus. On obtient bientôt un précipité peu abondant, cristallisé en lamelles rhomboïdales, qu'on lave rapidement à l'éther et qu'on dessèche dans le vide sec.

» Le chlorure de lithium phénylhydrazinique est déliquescent, très soluble dans

---

[1] En appliquant ce procédé au sulfate de zinc et au sulfate de manganèse, on obtient les composés de formule $SO^4M.2(C^6H^5, Az^2H^3)$, déjà connus.

l'eau et dans l'alcool, à peu près insoluble dans l'éther et dans le chloroforme. Il fond vers 150°, après avoir perdu de la phénylhydrazine.

» J'ai obtenu, avec la phénylhydrazine et les chlorures, bromures, iodures de métaux alcalino-terreux, des combinaisons cristallisées, que je me propose de décrire ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation biologique du lévulose au moyen de la mannite.* Note de MM. **Camille Vincent** et **Delachanal**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons pensé que le ferment du sorbose pourrait peut-être se développer dans un milieu contenant de la mannite, et en déterminer l'oxydation en donnant un sucre à fonction aldéhydique. L'expérience a pleinement confirmé nos prévisions. Nous devons à M. G. Bertrand le ferment du sorbose qui nous a servi pour cette recherche.

» Nous avons pris comme milieu artificiel de culture une solution de peptone à 0,5 pour 100, convenablement minéralisée, dans laquelle nous avons dissous 3 pour 100 de mannite.

» Après avoir stérilisé le liquide par la chaleur à l'abri de l'air, nous avons ajouté le ferment et nous avons fermé l'orifice du vase par un tampon d'ouate stérilisée.

» A la température d'environ 30° à laquelle nous avons opéré, le ferment s'est rapidement développé, produisant à la surface une membrane gélatineuse blanche, consistante et épaisse, qui a peu à peu envahi le liquide, comme l'a observé M. Bertrand avec la sorbite. L'opération a été arrêtée quand le développement du ferment a semblé ne plus progresser.

» Nous avons alors séparé les masses gélatineuses qui ont été pressées, et le liquide a été traité par le sous-acétate de plomb. Après séparation du volumineux précipité formé, nous avons éliminé le plomb par l'hydrogène sulfuré, et évaporé le liquide jusqu'au sirop dans le vide.

» Par le refroidissement, il s'est déposé quelques cristaux de mannite non transformée et la masse entière a été traitée par un grand volume d'alcool, ce qui a permis de séparer, par filtration, la mannite et des impuretés.

» Le sirop restant après distillation de l'alcool renfermait une forte proportion de sucre réducteur.

» L'osazone de ce sucre, après purification par cristallisation dans l'alcool, fondait à 205°, point de fusion de l'osazone du dextrose et du lévulose.

» Pour préciser auquel de ces deux sucres nous avions affaire, nous avons eu recours à l'examen polarimétrique.

» Après avoir déterminé la quantité de sucre réducteur contenue dans le liquide au moyen de la liqueur de Fehling, nous avons déterminé son pouvoir rotatoire.

» Nous l'avons trouvé de $-95°,6$ ramené à $0°$. Ce résultat nous a montré que la liqueur renfermait surtout du lévulose, et seulement une faible proportion de produits dextrogyres accessoires.

» Pour séparer du lévulose à l'état de pureté, nous avons traité à $32°$ le sirop par l'hydrate de chaux. Nous avons filtré rapidement le liquide dans un vase maintenu à $0°$ qui, bientôt, a laissé déposer du lévulosate de chaux. Ce produit cristallisé, lavé à l'eau glacée, a été décomposé par l'acide oxalique, et le liquide a été ensuite neutralisé par le carbonate de chaux.

» La solution claire obtenue renfermait 3,56 pour 100 de sucre réducteur à la température de $18°$.

» La déviation polarimétrique observée a été de $-6°,43$. Ce résultat correspond à un pouvoir rotatoire de $-100°,39$ à $0°$. Ce chiffre est, comme on le voit, très voisin de $-101,23$, pouvoir rotatoire à $0°$ du lévulose pur.

» Nous avons donc établi que le ferment du sorbose, en se développant dans un milieu renfermant de la mannite, l'oxyde en donnant du lévulose.

» L'équation ci-dessous rend compte de ce phénomène

$$C^6H^{14}O^6 + O = \underbrace{C^6H^{12}O^6}_{\text{Lévulose.}} + H^2O.$$

» Nous rappellerons que M. E. Fischer (*D. chem. G.*, t. XXIII, p. 3684), en hydrogénant le lévulose au moyen de l'amalgame de sodium, a obtenu de la mannite. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés halogénés de la méthylphénylcétone.* Note de M. A. COLLET, présentée par M. Friedel.

« Les chlorures de chloracétyle et de bromacétyle réagissent aisément sur le benzène monochloré ou monobromé, en présence du chlorure d'aluminium, pour donner des dérivés dichlorés, dibromés ou chlorobromés de la méthylphénylcétone.

» Dans un ballon mis en relation avec un réfrigérant ascendant, on introduit un mélange à molécules égales de chlorure d'acide et d'hydrocarbure chloré ou bromé dissous dans un excès de sulfure de carbone. On ajoute un poids de chlorure d'aluminium égal à celui du dérivé halogéné. La réaction commence dès la température ordinaire; on chauffe ensuite au bain-marie. Il se sépare peu à peu au fond du ballon une couche liquide fortement colorée en rouge brun; on l'isole par décantation, puis on la traite avec précaution par l'eau froide. La cétone halogénée se sépare immédiatement à l'état solide; on la recueille sur un filtre et on la purifie par plusieurs cristallisations dans l'alcool bouillant. Le sulfure de carbone, agité avec de l'eau, puis séché

et distillé au bain-marie, abandonne une certaine quantité de cétone que l'on joint à la précédente.

» *Chlorométhyl-p-chlorophénylcétone* $CH^2ClCO\underset{(1)}{C^6}\underset{(4)}{H^4}Cl$. — On a employé 30^{gr} de chlorure de chloracétyle, 30^{gr} de benzène monochloré et le même poids d'Al^2Cl^6. Il s'est dégagé 10^{gr} environ d'hydracide (la théorie indique $9^{gr},3$); on a recueilli 35^{gr} de produit cristallisé. Ce dernier a donné à l'analyse : matière, 0,235; AgCl, 0,359; soit, en centièmes : Cl, 37,73; calculé, 37,56.

» Cette méthylphénylcétone dichlorée est en fines aiguilles incolores, fusibles vers 101-102°. Sa constitution a été déterminée en l'oxydant par le permanganate de potasse en solution alcaline. L'acide obtenu est une poudre blanche très peu soluble dans l'eau, colorant la flamme en vert intense en présence de l'oxyde de cuivre; elle est facilement sublimable en lamelles brillantes, légères, fusibles vers 235°-236°. C'est le point de fusion de l'acide *p*-chlorobenzoïque. La cétone dichlorée précédente appartient donc à la série para.

» M. Gautier (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 395; 1888) a préparé cette même substance en dirigeant un courant de chlore dans une dissolution sulfocarbonique de méthylphénylcétone *p*-chlorée $CH^3CO\underset{(1)}{C^6}\underset{(4)}{H^4}Cl$.

» *Chlorométhyl-p-bromophénylcétone* $CH^2ClCO\underset{(1)}{C^6}\underset{(4)}{H^4}Br$. — On a fait réagir 30^{gr} de chlorure de chloracétyle sur 42^{gr} de benzène monobromé en présence de 35^{gr} à 40^{gr} de Al^2Cl^6. Le rendement est de 40^{gr} environ. Le dosage du chlore et du brome dans le produit de la réaction a donné les résultats suivants : matière, 0,321 ; AgCl et AgBr, 0,460; perte par calcination dans un courant de chlore, 0,061. Soit, en centièmes : Cl, 15,58 ; Br, 34,10; calculé : Cl, 15,20 ; Br, 34,26.

» La chlorométhyl-p-bromophénylcétone est en fines aiguilles incolores, brillantes, solubles dans l'alcool, surtout à chaud, fusibles à 116°-117°. Soumise à l'action oxydante du permanganate de potasse en solution alcaline, elle donne un acide bromé, très peu soluble dans l'eau, fusible à 251° après sublimation et possédant les caractères de l'acide *p*-bromobenzoïque.

» *Bromométhyl-p-chlorophénylcétone* $CH^2BrCO\underset{(1)}{C^6}\underset{(4)}{H^4}Cl$. — Cette cétone chlorobromée a été obtenue avec 30^{gr} de chlorure de bromacétyle, 21^{gr} de benzène monochloré et 25^{gr} à 30^{gr} d'Al^2Cl^6. Le rendement est de 20^{gr} à 25^{gr}. Le dosage du chlore et du brome dans cette substance conduit aux résultats suivants : matière, 0,323 ; AgCl et AgBr, 0,463 ; perte par calcination dans un courant de chlore, 0,0615. Soit, en centièmes : Cl, 15,52 ; Br, 34,21 ; calculé : Cl, 15,20 ; Br, 34,26.

» Elle se dépose de sa solution alcoolique chaude en aiguilles incolores, brillantes, fusibles vers 96°-96°,5. A 100°, une solution alcaline de permanganate de potasse la convertit en acide *p*-chlorobenzoïque fusible à 236° après sublimation.

» *Bromométhyl-p-bromophénylcétone* $CH^2BrCO\underset{(1)}{C^6}\underset{(4)}{H^4}Br$. — On a employé 30^{gr} de chlorure d'acide, 30^{gr} de benzène monobromé et un poids égal d'Al^2Cl^6. On a obtenu 25^{gr} environ d'un produit auquel l'analyse assigne la composition d'une méthylphénylcétone dibromée. 0,339 de matière ont donné 0,458 d'AgBr; d'où, en centièmes : Br, 57,42; calculé, 57,55.

» Cette cétone dibromée se présente en fines aiguilles incolores, fusibles à 109°-109°,5,

solubles dans l'alcool, surtout à chaud. Chauffée au bain-marie avec une solution alcaline de permanganate de potasse, elle est oxydée et donne de l'acide *p*-bromobenzoïque fusible vers 250°-251°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la caroubinose et sur la d. mannose.* Note de M. **Alberda van Ekenstein**, présentée par M. Friedel.

« Dans le compte rendu de la séance du 2 août 1897, M. J. Effront a publié un article sur un nouveau sucre, la caroubinose; la description des propriétés physiques et chimiques m'a semblé indiquer qu'il serait identique à la d. mannose, que j'ai pu préparer à l'état cristallisé et dont j'ai décrit quelques propriétés (*Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XV, n° 3).

» C'est pour cela que j'ai isolé la caroubine des grains du *Ceratonia siliqua*, selon les indications de M. Effront. Celle-ci, soumise à l'action des acides dilués à chaud, m'a donné de la d. mannose cristallisée avec un $\alpha(D)$ (en solution aqueuse de 2 pour 100) de $+14,25$, présentant toutes les propriétés caractéristiques de ce sucre. Le $\alpha(D)$ plus élevé de $+24$, que M. Effront a constaté sur le sirop, est sans doute occasionné par la circonstance qu'il a eu entre les mains un mélange de mannose et des produits intermédiaires qui se forment pendant la saccharification incomplète. Il est bien vraisemblable que, parmi ces produits et également parmi ceux qui se forment par l'action de l'enzyme, la caroubinose, que M. Effront a isolée des grains pendant la germination sur la caroubine, se trouve une bihexose encore inconnue, composée de deux mannoses [1]. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Végétation avec et sans argon.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie d'un essai que je viens de faire sur la question de savoir si l'argon de l'air concourt à la végétation. Mes précédentes recherches touchant l'argon (procédé de dosage, déterminations dans l'atmosphère) étaient le prélude, à peu près nécessaire, de cet essai.

---

[1] Laboratoire de l'État; Amsterdam.

» Jusqu'ici on n'a pas rencontré l'argon dans la substance végétale. Je ne l'ai pas trouvé dans la houille en quantité mesurable. Si les végétaux en sont réellement dépourvus, on peut être tenté d'affirmer tout de suite qu'il n'intervient pas dans leur synthèse. Mais il ne manque pas de réactions auxquelles prennent part certains corps sans entrer dans les produits formés : il était donc utile d'expérimenter sur le point indiqué.

» I. J'ai fait pousser de l'avoine en vase clos, au sein d'une atmosphère artificielle, composée d'azote, d'oxygène et d'acide carbonique et absolument exempte d'argon.

» L'azote a été préparé par la décomposition à chaud de l'azotate d'ammonium, les gaz dégagés traversant une longue colonne de cuivre maintenue au bon rouge. L'acide carbonique a été fourni au fur et à mesure des besoins, d'après les indications de l'analyse, fréquemment répétée, de l'atmosphère interne de l'appareil.

» Le sol a consisté en 2^{kg} de sable quartzeux, imprégné de 400^{cc} d'une solution minérale nutritive (azotate de potassium, phosphate de calcium, sulfates de calcium, de magnésium et de fer). Deux grains d'*Avoine hâtive d'Étampes* (pesant ensemble $71^{mgr},3$) y ont été semés le 20 juillet.

» L'appareil et la partie de la méthode relative à l'entretien de la végétation ont été décrits déjà (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1017; 1892).

» La température se trouvant très favorable, l'avoine a levé en quatre jours; elle s'est rapidement développée. Le 20 août, l'expérience a été interrompue. Les deux plantes, issues des grains semés, avaient alors très bon aspect; elles atteignaient, un mois seulement après l'enfouissement des graines, $48^{cm},5$ et 49^{cm} de hauteur au-dessus du sol; elles avaient remarquablement prospéré; l'absence de l'argon n'avait paru nullement leur nuire.

» Quant aux gaz constituant l'atmosphère, je n'ai pas manqué de les mesurer tant au début qu'à la fin, en vue d'en tirer accessoirement des renseignements pouvant avoir leur intérêt. Voici des chiffres fournis par ces mesures :

Az	invariable durant l'expérience	$3594^{cc},4$	
CO^2	introduit au cours de l'expérience	743,2	$733^{cc},7$ consommés par les plantes.
	retrouvé à la fin	9,5	
O	introduit au début	666,6	$809^{cc},5$ produits par les plantes.
	existant à la fin	1476,1	

$$\frac{CO^2 \text{ consommé par les plantes}}{O \text{ produit par les plantes}} = \frac{733,7}{809,5} = 0,906 \ (^1).$$

» Conformément aux résultats que j'ai constamment obtenus (*Comptes rendus*,

(1) Les minimes quantités d'acide carbonique produit et d'oxygène absorbé par la matière organique du sol sont, je l'ai vérifié, sans influence sensible sur ce résultat.

1892 et 1893), on retrouve ici, pour le rapport $\frac{CO^2}{O}$ correspondant à des plantes entières et à une longue durée de végétation, une valeur nettement inférieure à l'unité.

» II. Une deuxième expérience, sur la *Houque laineuse*, a donné des résultats plus complets. J'ai cultivé comparativement deux lots de houque, dans des conditions qui étaient identiques, sauf sur un point, savoir que pour l'un l'atmosphère était tout à fait dépourvue d'argon, tandis que pour l'autre elle en renfermait à peu près la proportion existant dans l'air ordinaire. Afin de rendre aussi satisfaisante que possible la comparabilité des deux lots, j'ai employé pour le second, non pas de l'azote tiré, avec son argon, de l'atmosphère, mais de l'azote chimique, qui a été préparé, ainsi que pour le premier lot, avec l'azotate d'ammonium, et j'y ai ajouté ensuite un volume déterminé d'argon pur.

	Lot n° 1 (sans argon).	Lot n° 2 (avec argon).	Air ordinaire.
$\frac{\text{argon}}{\text{azote} + \text{argon}}$	$\frac{0}{5601^{cc},4}$	$\frac{46^{cc},5}{4015^{cc},1 + 46^{cc},5} = 0,01145$	0,0119

» Les sols étaient composés comme plus haut. Dans chacun d'eux on a semé, le 12 juillet, $0^{gr},010$ de graines; 9 graines ont germé dans le n° 1 et 7 dans le n° 2.

» Les plantes se sont bien développées dans les deux lots. L'expérience ne s'est terminée que le 28 septembre, après une durée de deux mois et demi. A ce moment, les plus hautes feuilles s'élevaient à environ $0^{m},55$ au-dessus du sol dans le n° 1 et à $0^{m},50$ dans le n° 2. De part et d'autre les plantes étaient bien touffues, comptant 23 tiges dans le premier lot et 25 dans le second. Le poids des parties vertes, après dessiccation, a été de $2^{gr},804$ pour les 9 pieds du n° 1, soit de $0^{gr},31$ par pied, et de $2^{gr},371$ pour les 7 pieds du n° 2, soit $0^{gr},34$ par pied. Dans l'appareil n° 2, les plantes, au nombre de 7, étant un peu plus à l'aise, chacune d'elles s'est un peu plus développée, en poids, que dans le n° 1; les 9 pieds du n° 1, un peu plus serrés, sont montés un peu plus.

» En somme, l'aspect général des plantes a été le même pour les deux lots et l'influence de l'argon ne s'est pas fait sentir.

» D'ailleurs, cette dernière conclusion trouve une vérification dans le fait suivant. L'appareil n° 2 avait reçu, au début de l'expérience, un volume de $46^{cc},5$ d'argon. J'ai recherché ce gaz dans les 8^{lit} de l'atmosphère finale et je l'ai retrouvé tout entier ($46^{cc},1$), aux erreurs permises près. Donc, point d'argon consommé par les plantes en quantité appréciable.

» Considérons enfin le rapport $\frac{CO^2}{O}$. Les mesures et analyses de gaz ont donné :

		N° 1 (sans argon).	N° 2 (avec argon).
		cc	cc
CO^2	introduit au cours de l'expérience.	2877,7	2590,0
	retrouvé à la fin...........	6,8	16,0
	consommé par les plantes.......	2870,9	2574,0
O	introduit au début...........	1076,1	871,5
	existant à la fin...............	4130,8	3625,3
	produit par les plantes..........	3054,7	2753,8
$\frac{CO^2}{O}$	....	$\frac{2870,9}{3054,7}=0,940$	$\frac{2574,0}{2753,8}=0,935$

» La valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ est la même pour les deux lots. Or, si l'on veut bien se reporter à de précédentes expériences (1892 et 1893), on verra que, tout en restant constamment inférieur à 1, ce rapport a varié, pour une même plante, d'une manière fort sensible (pour la houque laineuse, j'ai eu 0,82, 0,89, 0,94, suivant les cas). Quand, dans deux cultures, il reste le même, il y a lieu de penser que les circonstances de la végétation n'y ont pas différé profondément. L'absence de l'argon ne l'ayant pas ici modifié, nous avons une raison de plus pour croire que ce gaz est resté étranger à l'accomplissement de fonctions fondamentales des plantes.

» Ainsi, par les expériences ci-dessus, on n'a pas aperçu que l'argon jouât un rôle appréciable dans la végétation. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la* Strongylose de la caillette, *observée à l'École de Grignon.* Note de M. **Ch. Julien**, présentée par M. Dehérain.

« Cette maladie si redoutable, qui se traduit sur les Ovidés par une anémie pernicieuse et épizootique, sévissait depuis plusieurs années sur le troupeau de l'École d'Agriculture de Grignon.

» Déjà en 1880, sur 211 animaux enregistrés à l'agnelage au 15 mars, 105 sont morts d'anémie du 20 août à fin décembre et, durant ce même temps, on abattait, d'autre part, 100 autres agneaux malades, menacés de mort; si bien qu'à la fin de l'année il restait 6 agneaux sur les 211 que l'agnelage avait produits, soit une perte de 205 animaux en moins de cinq mois.

» De 1881 à 1892 cette maladie n'avait plus reparu, mais de 1892 à 1897

elle faisait encore chaque année de nombreuses victimes et elle frappait particulièrement les agneaux de la variété Southdown.

» En définitive, de 1880 à 1897, c'est-à-dire pendant tout le temps qu'on ne sut pas déterminer la cause ni indiquer le remède de cette anémie, la comptabilité relève : 188 agneaux morts, contre 342 qui auraient été abattus malades, en vue de la consommation de la viande, à seule fin de les soustraire à la mort prématurée qui les menaçait. Ceci porte à 350 le nombre des animaux restés sans valeur argent. Aussi, pour ne parler que des agneaux mâles qui sont fort recherchés comme reproducteurs, nous dirons que dans ce total se trouvaient compris plus de 260 individus. Or, si, sur ces 260 agneaux, 200 seulement étaient appelés à être vendus aux amateurs de béliers reproducteurs, à raison de 300 francs par tête (prix inférieur à tous les prix moyens obtenus dans les années écoulées), nous arrivons à représenter, de ce chef seulement, une perte respectable de 60000^{fr}, tout en nous maintenant largement au-dessous de la vérité.

» Après avoir écarté, par de premières recherches, les causes bactériennes, c'est le 17 août dernier, en faisant l'autopsie d'un agneau malade d'anémie, que je découvris les parasites dangereux de ces animaux domestiques. Tous ces parasites occupaient le tube digestif, mais la caillette, tout particulièrement, donnait asile à de nombreux convives. C'est alors qu'en m'aidant de l'excellent *Traité de Zoologie médicale et agricole* de M. Railliet je reconnus qu'il s'agissait de la maladie qui était désignée sous le nom de *Strongylose de la caillette* et qui a pour principal auteur un ver nématoïde, le Strongle contourné (*Strongylus contortus* Rud., 1803). Je dis le principal auteur, car à ce parasite il convient d'ajouter le Monieza étendu (*Monieza* ou *Tœnia expansa* de Rud., 1810) trouvé dans l'intestin grêle de quatre agneaux morts et enfin quelques représentants d'une espèce d'Œsophagostome trouvés dans la caillette en compagnie des Strongles avec lesquels ils ont d'ailleurs certains rapports.

» Nous donnons ci-dessous une énumération rapide de l'infection première et de la contagion possible du troupeau, du fait de ces parasites, puis une étude sommaire des symptômes présentés par les malades et enfin quelques mots sur les mœurs et les principaux caractères du Strongle contourné.

» Les animaux malades ont d'abord des digestions laborieuses, la rumination s'effectue de loin en loin et l'appétit diminue. La conjonctive, ainsi que toutes les muqueuses, pâlit rapidement, jusqu'à offrir la couleur d'un blanc-crême. Ces animaux sont mélancoliques, ils se couchent et se lèvent souvent, ils prélèvent des brins de

litière pour les mâchonner, plutôt que d'aller au râtelier, et finalement ils se couchent pour ne plus se relever. Ils restent ainsi deux ou trois jours sans prendre aucune nourriture et meurent alors d'épuisement.

» Tous ces phénomènes évoluent en moins de huit jours, à partir du moment où l'on s'est aperçu de leur état anormal.

» A la saignée d'un animal malade, le peu de sang qui coule est faiblement coloré. Une sérosité abondante occupe les mailles du tissu conjonctif sous-cutané, surtout à la partie inférieure du cou et dans la région abdominale. Ce même liquide se retrouve également assez souvent dans les cavités séreuses. Tous les viscères offrent une teinte pâle et partout les tissus sont flasques; le foie notamment est altéré au point de se laisser écraser facilement sous une légère pression des doigts. La caillette, et souvent l'intestin grêle, vus extérieurement, sont de couleur rouge brunâtre. Vient-on maintenant à ouvrir cette caillette : elle se montre couverte de milliers de petits vers nématoïdes qui, intimement appliqués contre la muqueuse, sont occupés à sucer le sang de leur hôte; ces vers nématodes sont autant de représentants du Strongle contourné.

» Les vers adultes mesurent de 10^{mm} à 20^{mm} de longueur sur 2 à 3 dixièmes de millimètre de largeur (voir la description que nous en donnons dans le Mémoire *in extenso* qui paraîtra prochainement dans les *Annales agronomiques* de M. P.-P. Dehérain), et nous rapportons provisoirement à cette espèce d'assez nombreux Strongles, plus petits que les premiers, que nous considérons comme autant d'individus en voie de différenciation, et qui cependant auraient servi à établir l'espèce que M. Railliet a dénommée en 1893 sous le nom de *Strongle instable* (*Strongylus instabilis*).

» Pour nous, l'infection première remonte aux fourrages des bas-fonds humides souillés d'œufs ou de parasites eux-mêmes (point que nous nous efforcerons d'élucider l'année prochaine); mais la contagion doit ensuite pouvoir s'établir dans la bergerie par l'intermédiaire des excréments des animaux malades; ces excréments, convenablement délayés dans l'eau et examinés au microscope, montrant toujours de nombreux œufs de Strongle.

» Cette maladie ne sévit pas toujours avec la même intensité sur tous les animaux, et la résistance des hôtes s'est toujours montrée en raison directe de leur âge et de la délicatesse de leurs tissus. Ainsi, à Grignon, les Southdowns se sont montrés moins résistants que les Dishley-Mérinos et les Dishleys.

» Comme mesures prophylactiques, nous proscrivons d'une manière absolue, pour les Ovidés, les herbes des bas-fonds humifères et humides, et, lorsqu'on se trouve dans de mauvaises conditions de milieu, s'adresser de préférence à des moutons qui ont fait preuve de rusticité contre les vers parasitaires du tube digestif.

» Les fumiers, les purins, les eaux des vallées étant autant d'agents de dissémination des œufs desdits parasites, il convient d'attirer sur eux toute l'attention.

» Quant au traitement curatif que nous avons mis à profit, il a porté à la fois sur les animaux et les litières.

» Tous les matins on faisait boire à chacun des animaux, à jeun, un verre d'eau adoucie par de la graine de lin (une cuillerée à café de graine de lin par litre d'eau chaude et laisser refroidir) dans laquelle on mélangeait au moment de l'administration : 5^{cc} à 6^{cc} de benzine pour les agneaux, malades ou non, ainsi que pour les adultes malades, ou 6^{cc} à 8^{cc} de ce produit s'il s'agissait d'adultes paraissant sains. D'autre part, on faisait absorber, en mélange intime et très homogène, avec la ration de son et d'avoine qu'on donnait à ces animaux, en deux fois par jour : $0^{gr},15$ à $0^{gr},20$ d'acide arsénieux.

» Quant aux litières, on projetait sur elles matin et soir, à l'aide du pulvérisateur à vignes, de l'eau fortement crésylée (un verre de crésylol par 15^{lit} d'eau), comme solution antiparasitaire.

» On peut alors purger les convalescents, en vue de les débarrasser des cadavres de vers qui auraient pu rester en place, et recourir ensuite aux reconstituants, tels que : poudre de gentiane pour exciter l'appétit, quinquina et sous-carbonate de fer pour la régénération des globules du sang.

» C'est par ces traitements, effectués huit ou dix jours de suite, selon les cas, que nous sommes arrivés à nous débarrasser de tous les ennemis dangereux du troupeau. Ainsi, en trois semaines et à l'aide de trois équipes de quatre hommes, travaillant de 5^h à 7^h du matin et par les procédés indiqués par nous (voir le Mémoire *in extenso*), nous avons pu traiter en trois séries tous les représentants de la bergerie, soit 500 animaux.

» Des autopsies répétées nous ont toujours fait ressortir l'efficacité des produits employés, et notre traitement combiné, qui était à la fois un *strongylifuge* et un *tænifuge* précieux, s'est, en outre, montré absolument inoffensif pour les animaux de toutes variétés comme de tous âges.

» Enfin, les traitements ayant pris fin le 10 septembre, depuis cette date nous n'avons eu à enregistrer qu'un cas de rechute pour un agneau, que nous avons d'ailleurs guéri à nouveau, et le troupeau est maintenant en pleine prospérité. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la production de la gomme chez les Sterculiacées*. Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Guignard.

« La production normale de la gomme chez les Sterculiacées est localisée, comme on le sait, dans des canaux ou des lacunes situées au sein du parenchyme de la moelle et de l'écorce; mais la gomme produite dans ces

régions ne s'échappe pas ordinairement à l'extérieur, au moins dans les espèces que j'ai étudiées, soit à cause de la faible activité des cellules gommifères, soit parce que les lacunes gommeuses demeurent isolées au sein des tissus.

» Certaines Sterculiacées sont cependant capables de produire et de rejeter à l'extérieur une assez grande quantité de gomme, car le *Sterculia tragacantha* fournit au Sénégal une sorte de gomme adragante, mélangée aux gommes du Sénégal, et que l'on croit être la gomme *Kuteera* du commerce, et le *St. urens* Roxb. fournit dans l'Inde une gomme employée comme la gomme adragante. On ignore d'ailleurs le mode de formation de ces gommes.

» Les observations que j'ai publiées sur la gommose du Cacaoyer, relatives à l'existence de canaux gommeux intraligneux laissant exsuder leur contenu par la section transversale des branches, m'ont engagé à étudier ce phénomène chez les Sterculiacées. Grâce à l'obligeance de M. Naudin, j'ai pu examiner les espèces de cette famille qui constituent, dans le jardin de la villa Thuret et dans un certain nombre de jardins de la région méditerranéenne, des arbres rustiques d'assez grande taille. Ce sont le *St. acerifolia* A. Cunn., le *St. platanifolia* L. et le *Brachychiton populneum* R. Brown.

» Tandis que les deux premières espèces présentent la formation normale de la gomme dans les canaux ou les lacunes de la moelle et de l'écorce, le *Brachychiton populneum* offre, en outre, des canaux gommeux dans le bois, identiques à ceux que j'avais signalés dans le Cacaoyer et distribués, à diverses profondeurs, sur des arcs de cercle plus ou moins étendus.

» La pression exercée sur la gomme incluse dans ces vaisseaux est si grande que, lorsqu'on coupe une branche en travers, la gomme s'échappe sous l'aspect de cordons incolores, de diamètre variable, qui se contournent sur eux-mêmes en se desséchant.

» La formation de cette gomme a lieu par un mécanisme spécial : ce sont les membranes des cellules de bordure des canaux qui s'épaississent peu à peu et se transforment en gomme, tandis que la paroi cellulosique la plus externe, qui confine à la lame mitoyenne fort peu développée, demeure sans altération. Le traitement des coupes par l'acide iodhydrique iodé fumant permet de déceler des cloisons cellulosiques minces qui séparent les masses gommeuses produites par chaque cellule; l'examen des coupes, préalablement soumises à l'action des

réactifs colorants de la gomme, dans un sirop de glucose plus ou moins concentré, permet de suivre toutes les phases successives du gonflement et d'apercevoir les strates d'épaississement. Le mode de formation de la gomme dans les canaux du bois rappelle celui de la gomme adragante si nettement décrit par Mohl, avec ces différences que les épaississements gommeux se produisent plus particulièrement sur les faces tangentielles, que les couches gommeuses ne contiennent jamais de cellulose, enfin que la cavité des cellules gommifères ne renferme pas d'amidon.

» Je me suis assuré que le développement de la gomme dans les canaux et dans les lacunes gommeuses du parenchyme cortical ou médullaire est identique à celui qui vient d'être signalé. L'absence d'organismes, Champignons ou autres, dans les canaux gommeux du bois, exclut l'idée d'une origine parasitaire de ces formations; mais leur situation au voisinage des plaies produites par la cassure des branches et à une certaine distance de ces plaies, m'a suggéré l'idée de provoquer la formation de la gomme par des blessures ou des meurtrissures.

» M. Naudin, que je ne saurais trop remercier de son obligeance, a bien voulu faire exécuter, sur ma demande, les expériences suivantes :

» Au mois de mars dernier, un certain nombre de branches de *Brachychiton populneum* ont été marquées de sillons longitudinaux pénétrant à travers l'écorce jusqu'à la zone génératrice; deux mois après, les échantillons traités offraient une production considérable de gomme extravasée à travers les blessures. A la même époque (10 mai), de nouvelles incisions obliques ont été réalisées; en outre, malgré l'absence d'organismes dans la plupart des échantillons observés et pour éviter l'objection relative à l'ensemencement des plaies par des parasites producteurs de la gomme, un certain nombre de branches ont été meurtries sans déchirures, au moins au moment de l'opération, par des chocs répétés sur l'écorce; les échantillons de cette seconde série d'expériences ont été recueillis vers la mi-juillet. Dans presque tous, les blessures ou les meurtrissures de l'écorce ont déterminé l'apparition, dans la zone génératrice, de canaux gommeux plus ou moins larges. Tantôt la production gommeuse est faible et réduite à deux ou trois canaux; d'autres fois ceux-ci, très nombreux, occupent presque une demi-circonférence. Dans la région du méristème secondaire où ces canaux ont pris naissance, la lignification des tissus est plus tardive que dans les parties saines de la tige; mais, quand elle se produit, elle respecte les cellules productives de la gomme et l'épaississement continu de la tige ne tarde pas à isoler les vaisseaux au sein du bois.

» On voit que, si les canaux gommeux du bois du *Brachychiton* et du Cacaoyer rappellent les formations analogues des Amygdalées et, par le lieu d'origine et par leur disposition, ils s'en distinguent : d'une part, par le

mode de formation de la gomme qui est intracellulaire chez les Sterculiacées, tandis qu'il est extracellulaire chez les Amygdalées; d'autre part, parce que les canaux gommeux des Sterculiacées demeurent actifs, tandis que ceux des Amygdalées deviennent inertes par suite de leur lignification.

» La gomme produite par le *Brachychiton populneum* à la suite des blessures est assez abondante; elle est insoluble dans l'eau et s'y gonfle en transformant le liquide en un mucilage visqueux: sa viscosité est telle qu'il suffit de 10^{gr} dans un litre d'eau pour transformer celle-ci en un liquide filant. Les réactions de cette gomme sont celles de la gomme adragante; elle est formée surtout par la bassorine.

» Certaines Sterculiacées présentent donc, à coté de la gomme normale produite dans les canaux et les lacunes du parenchyme, une gomme pathologique développée, en dehors de toute intervention de nature parasitaire, par les blessures et les meurtrissures des branches.

» L'abondance de la production, la rusticité de certaines espèces productrives en Provence permettent de penser que la culture du *Brachychiton populneum* et l'exploitation de la gomme pourraient être tentées avec succès non seulement dans le midi de la France, mais surtout dans celles de nos colonies dont le climat est semblable à celui du Queensland où le *Brachychiton populneum* est indigène et atteint des dimensions considérables. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les époques de développement du black rot dans le sud-est de la France.* Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Le black rot, qui, pendant quelques années, est resté confiné dans le midi et le sud-ouest de la France, s'est disséminé, surtout depuis 1895, dans la plupart des vignobles du centre et de l'est.

» Des foyers intenses s'étant formés dès 1896 en Beaujolais et dans les régions voisines, j'ai pu faire, pendant deux années consécutives, des observations précises qui aideront à établir le mode d'évolution de ce parasite.

» Depuis longtemps les viticulteurs ont remarqué que le black rot procède par saccades dans ses attaques sur les divers organes de la Vigne. L'apparition, simultanément, d'un grand nombre de lésions sur les feuilles ou les fruits, constitue ce que l'on appelle une *invasion*.

» Dans mon champ d'expériences, j'ai noté toutes les invasions qui se sont produites en 1896 et 1897.

» I. Observations de 1896. — 26 *mai, première invasion.* — Très faible : quelques feuilles tachées.

» 10 *juin, deuxième invasion.* — Assez forte : 2 à 3 feuilles tachées par sarment; de 1 à 8 taches par feuille de Gamay, en moyenne 4; de 1 à 25 taches par feuille de Petit-Bouschet, en moyenne 12.

» 22 *juin, troisième invasion.* — Très forte : 3 à 4 feuilles tachées par sarment; 8 taches, en moyenne, par feuille, sur le Gamay; 22 sur le Petit-Bouschet. Apparition des premières lésions sur le pédoncule des grappes. A ce moment se terminait la floraison.

» 5 *juillet, quatrième invasion.* — Moins forte que la précédente sur les feuilles; assez violente sur les raisins qui perdent 15 pour 100 de leurs grains.

» 18 *juillet, cinquième invasion.* — Faible sur l'appareil végétatif; a occasionné la perte de 25 pour 100 des fruits.

» 1er *août, sixième invasion.* — Insignifiante sur les feuilles; violente sur les raisins qui perdent 40 pour 100 de leurs grains.

» 17 *août, septième invasion.* — Bénigne sur les feuilles et les fruits. La véraison commençait à ce moment.

» II. Observations de 1897. — 28 *mai, première invasion.* — Marquée par quelques taches sur le Gamay; certaines feuilles de Petit-Bouschet portent jusqu'à 10 taches.

» 23 *juin, deuxième invasion.* — Assez forte, 2 à 3 feuilles atteintes par rameau; 3 taches, en moyenne, par feuille, sur le Gamay; 12 à 15 taches par feuille, sur le Petit-Bouschet. Quelques lésions sur les rafles et les grains qui viennent de nouer.

» 6 *juillet, troisième invasion.* — Violente : 3 à 4 des jeunes feuilles de chaque sarment, notamment celles des sous-bourgeons, portent, en moyenne, 6 taches pour le Gamay et 20 pour le Petit-Bouschet. 30 pour 100 des raisins sont détruits.

» 20 *juillet, quatrième invasion.* — Moins forte que la précédente sur les feuilles; extrêmement violente sur les fruits qui perdent 50 pour 100 de leurs baies.

» 4 *août, cinquième invasion.* — Sans importance sur les feuilles; le reste de la récolte est détruit.

» La marche des invasions successives du black rot offre donc une assez grande régularité. En Beaujolais, elles se sont produites, en 1896 et 1897, à des intervalles variant de douze à dix-sept jours. Pendant ces deux années, la maladie a atteint son maximum d'intensité sur les feuilles après la floraison, fin juin ou commencement de juillet. Sur les fruits, les invasions les plus meurtrières sont celles qui se sont produites en juillet, mais à des moments différents. C'est que la régularité dans la périodicité et surtout l'intensité des invasions de black rot dépendent d'un facteur susceptible de très grandes variations : le temps. Ainsi, en 1897, aucune attaque caractérisée n'a eu lieu du 28 mai au 23 juin, les conditions climatériques n'étant pas favorables au développement du champignon. Pour cause de températures différentes, les plus fortes invasions se sont produites : sur les

feuilles, le 22 juin en 1896, le 7 juillet en 1897; sur les raisins : le 1er août en 1896, le 20 juillet en 1897.

» Dans d'autres foyers du Rhône, de Saône-et-Loire, de l'Ain, les dates d'invasion ont été identiques aux précédentes.

» Toutes ces invasions ont eu une durée variant de trois à dix jours, suivant les circonstances atmosphériques. Parfois une invasion débutait trois ou quatre jours après l'arrêt complet de l'invasion précédente.

» Les années 1896 et 1897, caractérisées par des étés très pluvieux, ayant présenté des conditions très favorables au black rot, son évolution pendant ces deux saisons peut être vraisemblablement considérée comme aussi complète que possible. D'une façon générale, on peut dire que, dans les régions qui m'occupent, l'invasion la plus sérieuse pour les feuilles a lieu dans la quinzaine qui suit la floraison, et que l'attaque la plus grave pour les raisins se produit ordinairement dans la deuxième quinzaine de juillet.

» J'ai indiqué la très grande différence qui existe entre les feuilles de Gamay et celles de Petit-Bouschet au point de vue de la réceptivité du black rot. Je ferai remarquer encore qu'il n'existe pas de corrélation forcée entre la facilité d'attaque des feuilles et celle des raisins d'un plant donné. Le Gamay, par exemple, qui est très résistant au black rot par ses feuilles, comparativement au Petit-Bouschet, est presque aussi sensible que ce dernier à l'envahissement des raisins.

» Il m'est arrivé fréquemment de voir des Vignes dont les fruits étaient complètement détruits par le black rot ne porter que quelques rares taches sur les feuilles, et, réciproquement, de fortes invasions de feuilles suivies de très faibles attaques du raisin. La différence de réceptivité que peuvent présenter les divers organes de la Vigne vis-à-vis du black rot, ainsi que les variations de température et d'humidité, expliquent ces particularités.

» J'espère présenter à l'Académie une nouvelle Note dans laquelle j'indiquerai le parti que l'on peut tirer de ces observations, qui sont différentes de celles faites dans l'ouest, pour l'application des traitements contre le black rot dans les vignobles du sud-est. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les maladies des bulbes du Safran* (Crocus sativus L.). Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« Tulasne a fait connaître, dans ses *Fungi hypogæi* (1851), avec de grands détails, la maladie désignée sous le nom de *Mort du Safran*, causée

par le *Rhyzoctonia violacea* Tul., et celle appelée *Tacon*, qui produit une grave altération des bulbes du *Crocus sativus* L. Cette dernière maladie se manifeste, comme l'a reconnu Tulasne, « par des taches brunes, éparses » çà et là sur le corps du bulbe, et qui finissent par envahir toute sa sur- » face ». Mais ce savant observateur ne signale pas la cause efficiente de la maladie, qui ne lui paraît être qu'une sorte de « gangrène sèche » (¹). J'ai été conduit à constater qu'il fallait encore voir là un des nombreux effets du parasitisme du *Pseudocommis*, qui attaque très fréquemment les bulbes du *Crocus sativus* L. et *vernus* All. Il est même rare de trouver des bulbes de Safran absolument sains et qui ne présentent ce Myxomycète sous la forme de petites taches plasmodiques jaunes ou brunâtres. Lorsque ce parasite ne se développe que modérément, il se contente de quitter le bulbe pour monter dans les gaines centrales, qu'il colore en jaune rougeâtre; d'autres fois, il noircit les racines du bulbe et pénètre jusqu'au sommet des feuilles. Cela n'empêche pas le bulbe de fleurir. Mais si l'humidité favorise le développement du *Pseudocommis*, il recouvre le bulbe de macules brunâtres : ces macules s'étalent, deviennent conniventes, et toute la surface du bulbe brunit, ce qui caractérise nettement alors la maladie du *Tacon*.

» J'ai fait les observations ci-dessus sur des bulbes de Safran de diverses origines, mais notamment sur ceux que je dois à l'obligeance de M. Chappellier, et qui étaient ou taconnés, ou attaqués par le Rhizoctone. Ces bulbes malades m'ont permis de constater certains phénomènes de leur destruction, dont Tulasne n'a pas parlé, et qui me semblent intéressants à faire connaître. Comme agents destructeurs des bulbes, ce savant avait signalé des *Acarus*, probablement le *Tyroglyphus feculæ* Guérin; et, en effet, on les aperçoit déjà sur les bulbes « asphyxiés par le Rhyzoctone », et ce sont eux qui se montrent encore sur les débris du corps du bulbe qui a disparu.

» D'un autre côté, le bulbe asphyxié se ramollit, puis devient pâteux et

(¹) Vers la même époque, Payen avait observé, dans une maladie des Betteraves, le même brunissement des tissus. Il l'avait attribué « à une substance organique rousse, granuleuse, qui produit les effets du parasitisme ». Or, pour produire les effets du parasitisme, cette substance organique rousse devait constituer un organisme vivant. Payen avait donc entrevu, le premier, l'existence de ce Myxomycète, connu aujourd'hui sous le nom de *Pseudocommis Vitis* Debray.

presque déliquescent. Cela résulte de ce que les cellules, remplies de grains de fécule, ont été perforées et traversées par des filaments mycéliens stériles, d'abord incolores, plus ou moins rameux et cloisonnés, qui produisent une action dissolvante sur la fécule. J'ai été quelque temps à douter que ce mycélium fût celui du *Rhizoctonia violacea;* mais ces filaments mycéliens, au bout d'un certain nombre de jours, se sont colorés, dans des cultures spéciales, et j'ai pu reconnaître qu'il s'agissait bien de ce parasite.

» Malgré tout, dans cette masse pâteuse, très humidifiée, je ne constatai la présence d'aucune Bactériacée. En effet, il y avait là une fermentation alcoolique de la fécule mise à nu par les *Acarus,* et qui était produite par une Levure que je ne crois pas décrite et que je nommerai *Saccharomyces Croci.* C'est une cellule ordinairement sphérique, qui bourgeonne pour en produire une seconde semblable à elle, laquelle se détache et en reproduit de même une troisième. Toutes ces cellules sont incolores et d'un diamètre variant de 6μ à 2μ; elles renferment chacune une spore; je n'en ai pas vu de simplement végétatives. Dans l'eau, elles en produisent qui sont elliptiques, avec deux spores polaires.

» Sous l'action de ces trois agents de destruction, *Tyroglyphus, Rhizoctonia* et *Saccharomyces,* il ne reste bientôt plus rien du bulbe dans les tuniques qui l'enveloppaient, mais qui persistent encore après sa disparition. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la formation des réserves oléagineuses des graines et des fruits.* Note de M. C. GERBER, présentée par M. Ad. Chatin.

« On sait que M. Mesnard [1] pense que l'huile, formée dans toutes les parties vertes de la plante, vient se déposer dans les réserves des graines. Les corps gras ne se formeraient donc pas dans les graines dépourvues de chlorophylle, ce qui est le cas le plus fréquent.

» Au contraire, M. Müntz [2] et M. Leclerc du Sablon [3] croient que c'est dans la graine même que les huiles sont élaborées; de plus ils consi-

---

(1) *Annales des Sciences naturelles : Botanique,* 7e série, t. XVIII, p. 257.
(2) *Annales des Sciences naturelles : Botanique,* t. III, p. 45.
(3) *Revue générale de Botanique,* t. VII, p. 165.

dèrent les hydrates de carbone (les glucoses en particulier) comme l'origine de ces produits.

» Cette origine pourrait être recherchée, d'après M. Heckel ([1]), dans l'acide formique qui proviendrait lui-même de l'oxydation de l'aldéhyde méthylique. Pour l'auteur de cette séduisante hypothèse, les acides gras contenus dans les huiles à l'état de glycérides et qui sont les homologues supérieurs de l'acide formique « s'en déduisent peut-être par la réaction » générale qui, en présence de l'acide cyanhydrique donne le nitrile corres- » pondant, que les agents d'hydratation (certains ferments, par exemple) » transforment en acide homologue immédiatement supérieur ».

» De ce que les hydrates de carbone diminuent, dans la silique du colza ([2]) et dans la graine du ricin ([3]) quand la proportion de matière grasse augmente, on ne peut conclure ni que les huiles se forment dans les graines mêmes (différence entre les deux premières hypothèses), ni que les hydrates de carbone donnent naissance aux corps gras (différence entre les deux dernières hypothèses). En effet, tant que les fruits ou les graines demeurent attachés à l'arbre, la marche des phénomènes est compliquée par les échanges entre ces fruits et graines et la plante qui les nourrit, « échanges dont la nature nous est inconnue » ([4]).

« D'un autre côté, si nous envisageons la troisième hypothèse, nous voyons qu'il est difficile, en se plaçant au point de vue purement chimique, d'admettre l'intervention de l'acide cyanhydrique, qui pourrait à la rigueur être acceptée, à la condition de supposer non pas une oxydation de l'aldéhyde méthylique en acide formique, comme le fait M. Heckel, mais, au contraire, une réduction de cette aldéhyde en alcool méthylique. On sait, en effet, que c'est par l'action, en présence de l'alcool, du cyanure de potassium sur un iodure alcoolique, suivie de l'action de la potasse bouillante, que l'on passe à un acide de la série immédiatement supérieure. Il aurait fallu également supposer une réduction de chacun des acides homologues intermédiaire entre l'acide formique et les acides gras des huiles, à l'état d'alcool correspondant. On voit quel degré de complication tout cela amène. En outre, l'absence de composé pouvant fournir l'acide cyanhydrique nécessaire à la réaction, dans les olives, les amandes douces, les ri-

---

([1]) *Revue générale des Sciences*, 15 septembre 1896.
([2]) *Annales des Sciences naturelles : Botanique*, t. III, p. 45.
([3]) *Revue générale de Botanique*, t. VII, p. 165.
([4]) *Ibid.*

cins, etc., rend peu probable l'intervention de ce corps dans la formation des corps gras. Ajoutons enfin que le savant auteur de cette hypothèse reconnaît lui-même que toutes ses tentatives d'hydratation et d'oxydation en vue de conduire l'aldéhyde méthylique jusqu'à l'état d'acide gras ou de glycérine ont totalement échoué.

» L'étude de la respiration des graines et des fruits oléagineux va nous permettre de décider laquelle de ces trois hypothèses paraît la plus vraisemblable. Si les substances sucrées se transforment en huile, nous devons constater pendant cette transformation un quotient respiratoire supérieur à l'unité [1] : c'est ce que nous avons observé dans l'étude de la respiration des ricins, graines dont la teneur en matières sucrées et en corps gras, aux diverses phases de leur développement, est connue depuis les recherches de M. Mesnard et de M. Leclerc du Sablon.

» En effet, comme pour les olives, nous avons trouvé que :

» 1° Le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ des graines de ricin est inférieur à l'unité pendant leur jeune âge, tant que leur consistance est molle ou demi-molle. Pendant cette période, la proportion de glucose et de saccharose est considérable et celle de l'huile est nulle ou faible.

» 2° Le quotient respiratoire devient supérieur à l'unité, quand les graines ont acquis une consistance assez ferme et que leur tégument, blanc et mince jusque-là, se colore et devient résistant. Pendant cette période, la proportion des substances sucrées diminue et celle des matières grasses augmente beaucoup. Ce quotient diminue rapidement de valeur et devient bientôt inférieur à l'unité si l'on continue, l'expérience pendant quelques jours sur ces graines séparées du fruit. A ce moment les substances sucrées ont presque complètement disparu, ainsi que nous l'avons vérifié.

» 3° Le quotient respiratoire redevient inférieur à l'unité quand les graines sont devenues complètement dures et que leur tégument est fortement coloré et résistant. Il n'existe alors que des traces de matière sucrée et la quantité d'huile atteint son maximum.

» Les graines des amandes douces, du pêcher, etc., nous ayant présenté également, à un certain moment de leur développement, un quotient supérieur à l'unité, nous croyons pouvoir étendre à tous les fruits et graines oléagineux les conclusions émises au sujet des olives :

» *a. Les fruits et graines oléagineux présentent un quotient supérieur à l'unité, quand la proportion des matières sucrées diminue et que celle des corps gras augmente.*

---

(1) *Comptes rendus*, novembre 1897.

» *b. Ce quotient indique la formation, dans les fruits et les graines mêmes, de corps gras aux dépens des matières sucrées. Il confirme donc l'hypothèse de M. Müntz et de M. Leclerc du Sablon.*

» *c. Il diffère essentiellement des quotients d'acides et de fermentation* (¹) *également supérieurs à l'unité.*

» Il diffère du quotient d'acides en ce qu'il se manifeste sans qu'il y ait présence des acides citrique, tartrique, malique, en ce qu'il se produit aussi bien aux basses températures qu'aux températures élevées, et en ce qu'il diminue de valeur sous l'influence du sectionnement.

» Il diffère du quotient de fermentation en ce qu'il se manifeste sans qu'il y ait formation d'alcool éthylique, etc., en ce qu'il atteint sa plus grande valeur aussitôt que le fruit ou la graine sont isolés, pour diminuer, puis disparaître rapidement, et en ce qu'il n'a aucun rapport avec le blettissement.

» *Aussi l'avons-nous appelé* quotient gras, *puisqu'il est caractéristique de la formation des corps gras.* »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Dans quelles limites l'oxyde de carbone est-il absorbé par le sang d'un mammifère vivant? Quelle est l'influence du temps sur cette absorption?* Note de M. **N. Gréhant** (²), présentée par M. Bouchard.

« Il y a bien longtemps que je me suis posé ces questions; j'attendais qu'il me fût possible d'acquérir pour les résoudre un gazomètre de grandes dimensions, qui me paraissait absolument nécessaire.

» Je suis parvenu à vaincre la difficulté en utilisant mon gazomètre à rainure (système du Dr de Saint-Martin), d'une contenance de 150^{lit}, et un grand sac de caoutchouc d'une contenance de 300^{lit} qui reçoit les mélanges titrés préparés avec la plus grande exactitude dans le gazomètre.

» Un chien respire dans le sac, à l'aide de soupapes hydrauliques.

» J'ai toujours opéré sur 25^{cc} de sang et j'ai toujours eu le soin de doser au grisoumètre le petit volume de gaz combustible fourni par le sang normal, afin de le retrancher du volume d'oxyde de carbone que le sang fixait au bout d'une ou de plusieurs heures, dans une série de mélanges titrés employés successivement : tous les dosages ont été effectués avec mon grisoumètre.

(¹) *Comptes rendus,* 24 mai 1897.

(²) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

» Il ne m'est pas possible de publier ici tous les détails de ces expériences d'absorption, qui ont été longues et laborieuses; je me contenterai de les résumer dans le Tableau suivant :

Mélanges d'air et d'oxyde de carbone	100^cc de sang ont absorbé en				
	une heure.	deux heures.	trois heures.	quatre heures.	cinq heures.
	cc CO	cc CO	cc CO	cc CO	cc CO
$\frac{1}{1000}$	8	10	18,3	17,4	16,8
$\frac{1}{2000}$	4,1	7,8	»	»	»
$\frac{1}{4000}$	3	4,2	»	»	»
$\frac{1}{6000}$	1,6	3,3	»	»	»
$\frac{1}{12000}$	»	1,63	»	»	»
$\frac{1}{15000}$	0,59	1,18	»	»	»
$\frac{1}{30000}$	0,44	0,88	»	»	»
$\frac{1}{60000}$	0,22	0,45	»	»	»

» C'est un fait remarquable que, dans un mélange à $\frac{1}{15000}$, par exemple, le sang du chien soit capable de fixer l'oxyde de carbone avec une certaine énergie; en deux heures, l'animal a fait circuler dans ses poumons 485^{lit} d'air, qui contenaient $32^{cc},5$ d'oxyde de carbone pur; le poids du sang, d'après les recherches que j'ai faites autrefois avec mon regretté collaborateur Quinquaud, étant égal à $\frac{1}{13}$ du poids du corps, il est facile de reconnaître par le calcul que *le sang a fixé en deux heures la cinquième partie du volume d'oxyde de carbone qui avait circulé dans les poumons.*

» J'ajouterai que, pour des mélanges compris entre $\frac{1}{6000}$ et $\frac{1}{60000}$, les volumes d'oxyde de carbone fixés par 100^{cc} de sang sont exactement proportionnels au temps : 1,6 est la moitié de 3,3; 0,59 est la moitié de 1,18; 0,44 est la moitié de 0,88; 0,22 est la moitié de 0,45.

» Les résultats que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie doivent servir de base à de nouvelles recherches d'application de la Physiologie à l'hygiène, que je me propose de continuer. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les modifications histologiques des cellules nerveuses dans l'état de fatigue.* Note de M. **Ch.-Am. Pugnat**, présentée par M. Ranvier.

« L'étude des modifications des cellules nerveuses aux divers stades d'activité et de fatigue n'a fourni jusqu'à présent que des résultats assez contradictoires aux différents auteurs qui s'en sont occupés. Or cette ques-

tion, à laquelle se rattachent des hypothèses récentes sur le fonctionnement intime des mécanismes cérébraux, méritait d'être reprise. Je me suis attaché exclusivement à déterminer les changements histologiques que produit la fatigue dans la cellule nerveuse.

» J'ai choisi, pour être soumis à l'excitation électrique, les ganglions spinaux de jeunes chats, comme se prêtant mieux à la recherche et à la préparation du nerf sur lequel sont appliquées les électrodes. Ces derniers étaient placés à 3^{cm} ou 4^{cm} du ganglion pour éviter l'effet mécanique du courant électrique, fourni par une pile Leclanché qui actionnait un appareil à induction (chariot mobile de du Bois-Reymond).

» Une première série de ganglions a été excitée pendant huit minutes, une deuxième pendant seize minutes, une troisième enfin pendant vingt-quatre minutes, par un courant d'intensité maxima.

» D'autres ganglions ont été soumis à une excitation deux fois moins forte, les durées d'excitation étant les mêmes.

» Les ganglions, après fixation par le bichlorure de mercure et emparaffinement, ont été débités en coupes d'épaisseur égale, colorées ensuite par l'hématoxyline à l'alun de fer de Heidenhain.

» De l'étude attentive de ces préparations, il résulte que la fatigue se traduit dans les cellules nerveuses par une diminution de volume du corps cellulaire et du noyau, et par la disparition de la substance chromatique du protoplasma.

» Les grains de chromatine, en effet, disparaissent progressivement, à mesure qu'on prolonge l'excitation ; encore abondants après huit minutes d'excitation, ils font défaut dans la plus grande partie de la cellule, quand les ganglions ont été soumis au courant électrique pendant plus de seize minutes. A ce moment, les grains de chromatine de la majorité des éléments cellulaires ne s'observent plus qu'à la périphérie de la cellule où ils sont disposés en un anneau granuleux, fait qui avait été déjà observé par Vas [1].

» Enfin, quand la fatigue est très prononcée, quand la cellule semble épuisée (vingt-quatre minutes d'excitation, courant induit maximum), les grains chromatiques n'existent plus dans le protoplasma, qui prend une teinte uniforme et pâle, due vraisemblablement à la présence d'une substance chromatique diffuse ; la cellule est alors rétractée et ne remplit plus

---

(1) Vas, *Stüdien über den Baü des Cromatius in den sympatischen Ganglien* (*Arch. f. mikr. Anat.*, 1892).

exactement sa loge conjonctive; le noyau est diminué de volume et ses contours sont peu accusés.

» Je n'ai jamais constaté ni le ratatinement du noyau ni son émigration à la périphérie de la cellule, modifications qui ont été signalées par quelques auteurs.

» Des deux facteurs principaux de la fatigue expérimentale de la cellule nerveuse, c'est-à-dire l'intensité et la durée de l'excitation, le premier joue un rôle prépondérant; il semble, en effet, qu'un courant intense n'agissant que peu de temps, produise des modifications cellulaires plus profondes qu'un courant d'intensité moitié moindre, mais d'une durée deux fois plus longue. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Formes de passage dans le tissu cartilagineux.* Note de M. Joannes Chatin.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai fait connaître un type assez singulier de tissu cartilagineux, observé dans la sclérotique d'un Geckotien (*Platydactylus fascicularis* Daud.); ce tissu revêtait un aspect très caractéristique, en raison même des cellules qui le constituaient. De leur plasma somatique émanaient des prolongements en nombre variable, s'étendant à une certaine distance du corps cellulaire, puis s'anastomosant parfois avec les prolongements nés de cellules plus ou moins éloignées. La substance intercellulaire se trouvait alors parcourue par un vrai réseau reliant entre elles les cellules. Toutefois une différence était à relever, sous ce point de vue, entre la partie moyenne et les régions polaires de la sclérotique : dans la zone moyenne, les prolongements étaient très développés et fréquemment anastomosés; vers les deux pôles de l'œil, ils étaient courts, plus généralement indépendants.

» Ainsi que je le faisais remarquer, cette forme ramifiée du tissu cartilagineux est très rare en Histologie; à part quelques cas tout spéciaux, signalés par M. Ranvier, on ne la rencontre guère que chez les Chimères et dans le cartilage crânien des Céphalopodes. Elle offrait même, dans l'observation que je présentais à l'Académie, cette curieuse particularité de réunir les deux variétés offertes par les Céphalopodes : les cellules

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 172; 1895.

de la zone moyenne, avec leurs longs prolongements anastomotiques, reproduisaient la forme propre au Calmar; les éléments du cartilage crânien du Poulpe reparaissaient dans les cellules à courts prolongements des régions polaires.

» Le fait était trop exceptionnel pour être isolé. En Biologie, les types aberrants n'apparaissent le plus souvent comme tels, qu'en raison de l'insuffisance de nos connaissances. Au fur et à mesure qu'elles s'étendent en se précisant, elles nous révèlent des états de passage, éclairant l'interprétation de ces prétendues anomalies. Restait donc à découvrir au moins quelques jalons, reliant la disposition nouvelle à celles qui se trouvaient déjà connues.

» La sclérotique des Sauriens m'avait trop bien servi pour que je ne fusse pas tenté de lui demander de nouveaux sujets d'étude. Rien ne peut donner l'idée de son extrême malléabilité histique; dans la même espèce, on la voit tantôt demeurer conjonctive, tantôt se chondrifier ou s'ossifier, mettant en évidence l'intime parenté des divers tissus dits *de la substance conjonctive*. Au point de vue de la suppléance fonctionnelle, ils s'y substituent si aisément l'un à l'autre, que je ne pouvais souhaiter un milieu plus favorable à mes recherches. Elles ne tardèrent pas à déceler des faits nouveaux.

» Le premier a été observé chez un Hémidactyle (*Hemidactylus verruculatus* Cuv.); la sclérotique offre une chondrification de nature particulière. Le tissu cartilagineux ne présente ni des cellules arrondies ou éparses, ni des *familles* de cellules ovoïdes ou sphéroïdales. Ses éléments se montrent tout autres : ce sont des cellules allongées, fusiformes ou polygonales, mais surtout remarquables par les prolongements anastomotiques auxquels elles donnent naissance et qui les relient entre elles. Autour de ces cellules, on ne découvre aucune capsule enveloppante, seulement une substance intercellulaire hyaline. La chondrification conserve, à cet égard, un caractère embryonnaire. Quant aux cellules, il est impossible de méconnaître leurs affinités, d'une part avec certaines cellules conjonctives, d'autre part avec les cellules osseuses, telles que nous les concevons depuis les recherches de Zachariadès.

» Mais, si l'observation précédente révèle un nouvel exemple de cartilage à cellules rameuses ou anastomosées, elle ne se rattache que médiatement à celle qui m'avait été fournie antérieurement par un Platydactyle. Les deux suivantes vont s'y relier plus étroitement.

» En multipliant les coupes et les préparations de sclérotique sur des Caméléons (*Chamæleon vulgaris* Cuv.), je trouvai, chez l'un d'eux, le cartilage ainsi constitué : dans une substance « fondamentale » hyaline se montrent des cellules à forme variable, mais émettant des prolongements courts, rarement ramifiés, n'entrant pas en contact les uns avec les autres et ne traçant pas de réseau anastomotique. C'est le type du Poulpe qui reparaît ici.

» La dernière observation que je veuille citer a été recueillie sur le Lézard vert (*Lacerta viridis* L.). En procédant comme plus haut et examinant de nombreuses sclérotiques, je rencontre une autre forme de tissu cartilagineux : de grosses cellules émettent de nombreux prolongements allongés, ramifiés, s'unissant entre eux et formant un vrai réseau anastomotique; en présence d'une pareille structure, on ne peut s'empêcher d'évoquer le type du Calmar, dont le cartilage crânien offre de telles cellules. Cependant une différence doit être relevée : chez le Calmar, les cellules sont souvent groupées en familles; ici elles sont éparses. Il en était de même dans la zone moyenne de la sclérotique du Platydactyle et c'est précisément sur ce rapprochement que je dois conclure.

» Dans l'observation de 1895, je présentais un exemple doublement intéressant de cartilage à cellules ramifiées : dans son ensemble, il rappelait le cartilage crânien des Céphalopodes; dans ses détails, il revêtait un caractère mixte, participant à la fois du type Calmar et du type Poulpe. C'était, en quelque sorte, la synthèse des dispositions qui viennent d'être décrites chez un Caméléon et un Lézard : le premier offrant un cartilage sclérotical analogue au cartilage crânien du Poulpe; le second se rapprochant du Calmar.

» Voilà donc trois formes, aberrantes au premier abord, qui témoignent d'une incontestable parenté histique. D'autre part, les faits observés chez un Hémidactyle permettent d'entrevoir l'origine probable de ces variations : corrélatives du processus histogénétique, elles en reflètent les diverses orientations et montrent, une fois de plus, combien on doit se garder de formuler aucune loi absolue, aucune localisation zoologique exclusive pour tel ou tel groupe.

» Diverses questions de détail (distinction du cartilage et du tissu conjonctif chondroïde, différenciation de la substance dite *fondamentale*, etc.) ne sauraient trouver place dans cette Note. Je me propose de les examiner ultérieurement. »

M. J.-J. Andeer adresse une nouvelle Note intitulée : « Recherches sur les ostioles du système cérébro-spinal ».

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note intitulée : « Les minima de pression atmosphérique en juillet et août 1897. La période solaire et les passages des essaims périodiques d'étoiles filantes et de bolides ».

M. L. Mirinny adresse, comme suite à sa Note sur l'équation du cinquième degré, une Note « Sur les *métatropes* en général ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 novembre 1897.

Traité de Microbiologie, par E. Duclaux, Membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur, etc. Tome premier: *Microbiologie générale.* Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Manuel d'Analyse chimique, appliquée à l'examen des produits industriels et commerciaux, par Émile Fleurent, Professeur remplaçant du Cours de Chimie industrielle, au Conservatoire national des Arts et Métiers. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Aimé Girard.)

Sur la Lèpre: rôle étiologique. I. *De l'hérédité.* II. *De la transmissibilité.* (*Nosologie générale, prophylaxie*), par Ernest Besnier, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Revue de Mécanique. M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome I, n° 10, octobre 1897. Paris, Vicq-Dunod et Cie, 1897; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié

sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Paris, 1897; 1 vol. in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 1897. Le Directeur: E. MASCART. Nos 273 à 296; in-4°.

Bocheads et Bactériacées. Note de M. BERNARD RENAULT, Docteur ès Sciences physiques et ès Sciences naturelles, etc. Autun, Dejussieu, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie. Tome XVIII, 2e trimestre 1897. Paris, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. N° 44. Séance du 2 novembre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the royal Observatory, Grenwich, in the year 1894, under W. H. M. CHRISTIE, M. A., F. R. S., *Astronomer royal.* London, 1897; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 NOVEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Réaction de l'hydrogène sur l'acide sulfurique.* Note de M. **Berthelot**.

« Dans le cours de mes expériences sur la formation de l'eau, j'ai été conduit à examiner la réaction de l'hydrogène sur l'acide sulfurique. C'est là une réaction fort importante, en pratique comme en théorie. En effet, l'acide sulfurique concentré est continuellement employé, tant sous forme liquide que sous forme d'imbibition dans la pierre ponce, pour dessécher les gaz, et l'hydrogène en particulier. Plusieurs déterminations de poids atomiques ont été effectuées en réduisant certains oxydes métalliques par l'hydrogène sec et en pesant l'eau formée. Dans d'autres cas, on se sert du même acide pour dessécher les gaz conservés sur le mercure.

» Une première expérience a été exécutée à 250° (six heures), avec

$0^{gr},50$ SO^4H^2 (bouilli) et $11^{cc},0$ H^2, en tube scellé. Tout l'hydrogène a été absorbé, avec production d'eau et d'acide sulfureux :

$$SO^4O^2 + H^2 = SO^2 + 2H^2O.$$

» J'ai également opéré à la température ordinaire. On peut faire passer un courant lent d'hydrogène pendant une heure à travers l'acide sulfurique concentré, sans qu'il se dégage une proportion d'acide sulfureux sensible à la balance, c'est-à-dire capable d'accroître le poids d'un tube à potasse placé à la suite. Cependant, si l'on prolonge le contact entre l'acide et l'hydrogène, la réaction s'effectue. $3^{gr},7$ SO^4H^2, en présence de 16^{cc} d'hydrogène, ont été renfermés dans un tube de verre scellé et l'on a abandonné le tube à lui-même, dans une obscurité complète, pendant deux mois (juin-juillet), la température ayant varié entre $+27°$ et $+19°$. Au bout de ce temps, 75 centièmes de l'hydrogène avaient été absorbés.

» La lumière n'exerce pas d'influence notable sur cette réaction; en effet, dans un tube pareil exposé tous les jours au soleil, l'absorption de l'hydrogène a été trouvée voisine de 70 centièmes. La réaction n'était pas d'ailleurs terminée.

» Cette réaction n'a pas lieu avec l'acide sulfurique étendu.

» Ces expériences ne doivent pas être exécutées sur le mercure; ce métal étant attaqué par l'acide sulfurique concentré, ainsi qu'il sera dit dans une autre Note.

» J'ai recherché si la réaction de l'hydrogène sur l'acide sulfurique était accompagnée par une combinaison simultanée de l'hydrogène et de l'oxygène : il suffit d'opérer en présence du mélange tonnant.

» On a mis $1^{gr},80$ SO^4H^2 en présence de $10^{cc},6$ H^2 et $5^{cc},3$ O, en tube scellé. Au bout de deux mois (juin, juillet), à la température ordinaire et à la lumière, il avait disparu $7^{cc},7$ d'hydrogène, c'est-à-dire 73 centièmes, et $1^{cc},7$ d'oxygène, c'est-à-dire 30 centièmes. La dose d'hydrogène absorbé est ici sensiblement la même qu'en l'absence de l'oxygène; dès lors l'absorption de l'oxygène peut être attribuée à une oxydation de l'acide sulfureux, résultant de la réaction exercée par l'hydrogène sur l'acide sulfurique.

» Dans l'obscurité, la dose d'oxygène disparu a été à peu près la même.

» Voici maintenant une expérience faite à 250°. $0^{gr},60$ de SO^4H^2; 11,0 d'hydrogène; 5,6 d'oxygène; tubes scellés (cinq heures). Tout l'hydrogène a disparu, et seulement 5 centièmes de l'oxygène initial. Ce résultat, comparé aux précédents, indique que l'oxydation de l'acide sul-

fureux par l'oxygène est plus lente que la réduction de l'acide sulfurique par l'hydrogène.

» Cette oxydation paraît avoir lieu d'une façon plus marquée aux dépens de la portion d'acide sulfureux formé aux dépens de SO^4H^2 et qui y demeure dissous, qu'aux dépens de la portion demeurée gazeuse. En effet, le mélange suivant : $H^2 = 12^{cc},8$; $O = 6,0$; $SO^2 = 42^{cc},4$; en tube scellé; étant chauffé à 100° pendant vingt-quatre heures, n'a donné lieu à aucune diminution de volume. Rappelons qu'un mélange pareil, chauffé à 280° (vingt-quatre heures), a donné lieu à une diminution de volume de 15 centièmes sur l'oxygène, l'hydrogène restant intact; il s'est formé du sulfate de soude aux dépens du verre.

» Pour achever de caractériser les phénomènes, ajoutons que l'hydrogène et le gaz sulfureux secs, étant mis en présence dans les rapports de volumes suivants : $H^2 + 3SO^2$ et $3H^2 + SO^2$, n'ont donné lieu à aucune réaction, ni à 100° (vingt-quatre heures), ni à 280° (vingt-quatre heures).

» Ajoutons, comme complément de cet ordre de réactions, que l'acide azotique hydraté, $AzO^3H + 2H^2O$, n'est pas attaqué par l'hydrogène, en tubes scellés; ni à froid, avec le concours d'une vive lumière pendant plusieurs heures; ni à 100° (vingt-quatre heures). Il en serait autrement de l'acide privé d'eau, AzO^3H.

» Le moment est venu d'indiquer les prévisions de la théorie, relativement à la réaction directe de l'hydrogène sur l'acide sulfurique concentré, à la limitation de cette réaction et à l'inactivité de l'hydrogène sur l'acide sulfurique étendu.

» Soit d'abord la réaction de l'hydrogène sur l'acide concentré :

$$SO^4H^2 + H^2 = SO^2 + 2H^2O.$$

Elle dégagerait

$$-192^{Cal},2 + 207^{Cal},3 = +15^{Cal},1\,;$$

en supposant l'acide sulfureux gazeux et l'eau liquide et libre, ce qui établit la correspondance des états physiques des produits avec ceux des composants. Dans le cas où l'on opère en présence d'un grand excès d'acide sulfurique, la chaleur dégagée est accrue par la combinaison de l'eau avec l'excès d'acide sulfurique pour former des hydrates; combinaison qui dégage $+7^{Cal},5$ par molécule d'eau, H^2O, mise en présence de 100 parties en poids d'acide sulfurique concentré, d'après mes expériences; soit $+15^{Cal},0$ pour $2H^2O$.

» L'excès de chaleur, développé par la réaction d'une petite quantité

d'hydrogène sur une dose considérable d'acide sulfurique, serait ainsi porté, pour chaque molécule d'hydrogène, H^2 disparue, à $+30^{Cal},1$.

» Il est essentiel d'ajouter qu'à la température ordinaire, et même à 100°, cette réaction ne saurait être poussée jusqu'à la décomposition complète de l'acide sulfurique, parce que la dissolution de l'eau formée dans l'acide non décomposé finirait par diluer ce dernier, jusqu'au point où la poursuite de la réaction deviendrait impossible. En effet, l'hydrogène n'exerce à froid aucune réaction sur l'acide sulfurique étendu.

» Ce dernier résultat expérimental s'explique d'ailleurs parce que la dilution de l'acide change le signe thermique de la réaction, la chaleur de formation par les éléments de l'acide sulfurique étendu surpassant la somme de celles du gaz sulfureux et de l'eau. En effet :

» La formation du système :

$$+ SO^4H^2 \text{ liquide étendu} + H^2 \text{ gaz, dégage } + 210^{Cal},1,$$

tandis que celle du système équivalent :

$$2H^2O \text{ liquide} + SO^2 \text{ gaz, dégage } + 207^{Cal},3.$$

» De là la stabilité relative de l'acide sulfurique étendu à l'égard des actions réductrices; stabilité supérieure à celle de l'acide concentré, à cause de l'énergie perdue dans l'hydratation de ce dernier. C'est d'ailleurs là un fait général pour les acides forts, susceptibles de donner naissance à des hydrates définis; leur stabilité croît par le fait de leur union avec l'eau [1]. »

CHIMIE. — *Influence de l'oxygène sur la décomposition des hydracides par les métaux et spécialement par le mercure.* Note de M. **Berthelot.**

« En général, on considère le mercure des cuves sur lesquelles on récolte et manipule les gaz comme incapable d'exercer à leur égard une action chimique, si ce n'est sur certains gaz exceptionnels, tels que le chlore et ses composés oxygénés, l'ozone, les acides nitreux et hyponitrique, le gaz iodhydrique, gaz qui attaquent immédiatement ce métal. Cependant, il existe quelques gaz susceptibles d'une attaque lente, tels que les gaz bromhydrique et sélénhydrique, d'après mes expériences. Au con-

---

[1] *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 145 et suiv., p. 157, 503, 529, etc.

traire, les gaz chlorhydrique et sulfhydrique purs ne réagissent pas sur le mercure à froid [1]. Mais il en est autrement en présence de l'oxygène : j'ai déjà signalé le fait en passant et j'ai eu récemment l'occasion d'y revenir plus en détail, dans des observations qu'il me semble utile de publier.

» 1. HCl gaz pur sur le mercure. Attaque nulle à froid, même au bout d'un temps très long (plusieurs années). D'après mes anciens essais, la réaction en tubes scellés n'a pas encore lieu à 400°, mais seulement vers 550° [2].

» 2. HCl + O gazeux, en tubes scellés, sans mercure. D'après mes anciens essais [3], la réaction n'a lieu qu'à une température supérieure à 500°.

» 3. $HCl = 12^{cc},4$; $O = 6^{cc},4$, gaz sec ; sous la pression normale à 21°, dans une éprouvette graduée ; sur le mercure à froid. L'action est lente et progressive. Au bout de dix jours, tout le gaz chlorhydrique a sensiblement disparu et il reste seulement $2^{cc},9$ d'oxygène ; c'est-à-dire que $3^{cc},5$ de ce gaz ont été absorbés.

» D'après la réaction

$$2HCl + O + 2Hg = 2HgCl + H^2O,$$

le rapport équivalent entre 2HCl et O répondrait à une absorption du quart de ce dernier, soit $3^{cc},1$. Il y a donc eu un excès d'un huitième, c'est-à-dire que le composé blanc qui prend naissance renferme quelque dose d'oxychlorure. La réaction exprimée par l'équation ci-dessus dégage

$$-44^{Cal} + 62,6 + 69 = +87^{Cal},6;$$

elle est donc fortement exothermique : cependant c'est une réaction lente.

» Elle est très manifeste dans la plupart des flacons où l'on conserve le

---

(1) On pourrait penser qu'il en est autrement, à cause de l'aspect des flacons de verre bouchés où l'on conserve ces gaz recueillis sur le mercure et qui en retiennent quelques globules. En effet, ces flacons ne tardent pas à laisser apparaître à leur intérieur un léger enduit, blanc dans le cas du gaz chlorhydrique ; noir dans le cas du gaz sulfhydrique. Mais cette réaction porte sur si peu de matière qu'elle ne change pas le volume des gaz d'une manière appréciable, d'après des mesures exactes. Aussi cet enduit est-il attribuable aux traces d'air qui demeurent adhérentes, quoi qu'on fasse, aux parois du verre. Une fois produit, il n'augmente pas et le mercure inattaqué conserve son éclat, même après un temps et une agitation considérables. Il en serait autrement si les gaz étaient mêlés d'air.

(2) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 525.

(3) *Ibid.*, p. 500.

gaz chlorhydrique récolté sur le mercure; les bulles d'air restées adhérentes aux parois donnant naissance au chlorure mercureux.

» La présence de l'eau n'empêche pas cette réaction, mais elle la ralentit. En effet

» 4. $HCl = 200^{cc}$ ont été additionnés de quelques gouttes d'eau, sur le mercure : ce qui a réduit le volume gazeux, à 62^{cc}, à 21°. On a ajouté de l'oxygène. Au bout de dix jours, il s'était absorbé $4^{cc},2$ de ce gaz; l'action étant bien plus faible que dans l'essai précédent, si l'on tient compte de la différence des proportions de HCl.

» 5. $HCl + 8H^2O = 4^{cc},4$. — C'est une dissolution dans laquelle la tension du gaz HCl est très faible à 21°. On la met en présence de $10^{cc},4$ d'oxygène sur le mercure. La formation du chlorure mercureux est beaucoup plus lente. Au bout de dix jours, $1^{cc},3$ d'oxygène a été absorbé. Cet affaiblissement de l'action répond à la diminution de l'énergie qui la détermine, laquelle répond seulement à $+52^{Cal},8$ au lieu de $+87^{Cal},6$, c'est-à-dire qu'elle est diminuée d'un tiers.

» 6. Je me suis demandé si la chloruration du mercure, coïncidant avec l'absorption d'oxygène, aux dépens du gaz chlorhydrique, était susceptible de déterminer par entraînement la combinaison de ce même oxygène avec l'hydrogène. Mais l'hydrogène est demeuré intact, tant à froid (deux jours) qu'à 100° (sept heures).

» L'attaque du mercure par l'oxygène, avec le concours de l'acide chlorhydrique, est conforme à ce qui arrive à la plupart des métaux, même ceux qui ne décomposent pas cet acide directement à froid, tels que l'argent, ou qui ne le décomposent que lentement, tels que le plomb, ou le cuivre. Il suffit de déposer une goutte d'acide sur une lame de cuivre, en présence de l'air, pour voir se former aussitôt de l'oxychlorure de cuivre.

» Les chlorures métalliques et même alcalins, tels que le chlorure de sodium, déterminent à la température ordinaire une oxydation plus ou moins lente, mais facile à constater au bout d'un temps suffisant, du cuivre, du plomb, de l'argent, du mercure même à la limite, ainsi que j'ai eu occasion de le signaler; notamment dans l'étude des objets métalliques archaïques retirés de la terre ([1]). Toutes ces réactions sont établies par l'expérience; elles sont déterminées par la chaleur de formation des oxydes et oxychlorures et prévues par la Thermochimie.

» L'hydrogène sulfuré et l'oxygène secs étant mélangés sur le mercure,

---

([1]) *Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. IV, p. 551.

ce métal est pareillement attaqué à froid, en vertu d'une action lente et continue, pourvu que l'on ait soin de laisser une large surface de mercure en contact avec les gaz et de renouveler très fréquemment cette surface par l'agitation. L'énergie auxiliaire, due à la chaleur de formation de l'eau

$H^2S + O + Hg = HgS + H^2O$, dégage........ $-4,8 + 10,6 + 69,0 = +74^{Cal},8$

intervient dans ces circonstances, comme dans la sulfuration de l'argent et de divers métaux au contact de l'air et dans une multitude d'autres cas, pour déterminer des réactions qui n'auraient pas lieu à cette température.

» On voit par là à quel point les lois expérimentales de la Thermochimie, même en tenant compte de certaines réserves, sont conformes avec l'ensemble des réactions générales de la Chimie. »

CHIMIE. — *Réaction directe de l'acide sulfurique sur le mercure à la température ordinaire.* Note de M. **Berthelot.**

« L'acide sulfurique concentré est employé d'ordinaire pour dessécher les gaz sur le mercure, son action étant regardée comme nulle à la température ordinaire; tandis qu'il est décomposé, comme chacun sait, avec formation d'acide sulfureux, à une température élevée. J'ai été conduit à modifier les opinions relatives à son inertie à froid par les observations que je vais rapporter.

» 1. L'acide sulfurique bouilli et amené au maximum de concentration [1], étant introduit à la température ordinaire (vers 20°) dans une éprouvette renversée sur le mercure et agité avec ce liquide, l'attaque peu à peu, sans dégagement de gaz visible. Au bout de quelques jours, et surtout après deux mois de contact avec agitation fréquente, l'acide renferme un sulfate de mercure dissous; le tout donne lieu à la précipitation d'un sel basique lorsqu'on l'étend d'eau. Le même acide, avant toute dilution, dégage de l'acide sulfureux, lorsqu'on le fait traverser lentement par un courant de gaz carbonique sec; cet acide sulfureux, déjà manifesté par son odeur, étant susceptible d'être suroxydé par l'iode dissous dans l'eau et de

---

[1] On trouve aujourd'hui, dans le commerce, un acide produit dans certaines fabriques et qui répond exactement à la formule SO^4H^2; tandis que l'acide bouilli contient une petite quantité d'eau en excès.

réduire le permanganate de potasse, en reformant, dans l'un et l'autre cas, de l'acide sulfurique (accusable à l'état de sulfate de baryte).

» En même temps que l'acide sulfureux et le sulfate de mercure prennent ainsi naissance, il apparaît une trace de sulfure noir de mercure, produit en vertu de quelque action secondaire.

» En raison de la faible proportion de ces divers composés, on pourrait être porté à les attribuer à la présence de quelque métal étranger. Mais cette opinion doit être écartée, le mercure employé étant très pur. En outre, l'action a pu être renouvelée à trois reprises sur un même échantillon de métal contenu dans un flacon, que l'on achevait chaque fois de remplir entièrement avec de l'acide sulfurique neuf, après avoir décanté le précédent avec le sulfure tenu en suspension.

» Quand la dose du sulfate est devenue suffisante, il se sépare en cristaux jaunâtres, lesquels renferment, uni ou mélangé au sulfate proprement dit, un composé complexe; sans doute un composé de sulfate et de sulfure, de l'ordre de certains dérivés mercuriels aujourd'hui connus.

» Ces réactions interviennent pour concourir à la purification du mercure dans les vases dits *fontaines à mercure*, aujourd'hui usités dans les laboratoires et où le mercure est conservé sous une couche d'acide.

» Les réactions précédentes se développent seulement avec l'acide sulfurique au maximum de concentration. Il suffit d'ajouter à l'acide une petite dose d'eau pour qu'elle cesse : ce qui a lieu spécialement avec l'acide $SO^4H^2 + H^2O$.

» Cette différence d'action est attribuable à la perte d'énergie résultant de l'hydratation de l'acide sulfurique.

» En effet, la réaction fondamentale, accomplie à froid en présence d'un grand excès d'acide

$$Hg^2 + (2+n)SO^4H^2 = SO^4Hg^2 + SO^2 + (nSO^4H^2 + 2H^2O),$$

dégage

$$-386,2 + (175,1 + 69,3 + 13,8 + 15 = 397,4) = +11^{Cal},2.$$

» Mais, si la chaleur dégagée par l'union de l'eau avec l'acide sulfurique devenait négligeable, la somme des chaleurs mises en jeu changerait de signe. Ainsi s'explique pourquoi la réaction de l'acide étendu sur le mercure cesse de se manifester à la température ordinaire. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'essaim des Léonides faite à l'Observatoire de Paris, dans les nuits du* 13 *au* 14 *et du* 14 *au* 15 *novembre* 1897. Note de M. **Lœwy**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de nos efforts pour l'observation des étoiles filantes de l'essaim météorique des Léonides, en connexion si étroite avec la comète I de 1866. On sait que la masse la plus importante de cet essaim rencontre la Terre tous les $33^{ans},25$.

» Le résultat de l'exploration du Ciel n'a pu être satisfaisant, car les circonstances ont été particulièrement défavorables. D'une part, d'énormes couches de nuages ont empêché d'une manière à peu près complète la visibilité de ces corpuscules. D'autre part, l'éclat de la Lune les rendait difficiles à apercevoir même au moment des rares éclaircies.

» Toutefois la chute d'étoiles filantes ne paraît pas avoir été abondante dans la nuit du 13 au 14, car, dans une belle éclaircie qui s'est présentée entre 4^h et 5^h du matin, il n'y a eu que peu de passages à noter. La nuit du 14 au 15 a été encore plus mauvaise; elle a été pluvieuse et le ciel est resté presque entièrement voilé. Malgré ces conditions si fâcheuses, les cinq observateurs (MM. Bigourdan, Puiseux, Mlle Klumpke, MM. Boinot et Le Morvan), chargés de l'observation de ce phénomène intéressant, ont pu, grâce à quelques embellies, signaler l'apparition d'une vingtaine de ces météores. »

CRYOSCOPIE. — *Influence de la surfusion sur le point de congélation des dissolutions de chlorure de potassium et de sucre.* Note de M. **F.-M. Raoult**.

« On sait que, entre l'abaissement correct C du point de congélation d'une dissolution et l'abaissement C', observé après une surfusion S, il existe la relation suivante :

$$C = C'(1 - KS), \tag{1}$$

dans laquelle K est une quantité qui dépend de l'appareil et de la méthode d'observation.

» Les expériences que j'ai publiées dernièrement (*Comptes rendus* du 26 avril 1897) ont montré que, pour les dissolutions aqueuses de chlorure

de sodium et d'alcool, et toutes choses égales d'ailleurs, la valeur de K n'est pas constante, comme on l'admet généralement; mais qu'elle varie sensiblement avec la concentration. Celles dont je vais rendre compte aujourd'hui montrent qu'il n'en est pas de même pour les dissolutions aqueuses de chlorure de potassium et de sucre de canne.

» Ces nouvelles expériences ont été exécutées avec le même appareil, suivant la même méthode et avec les mêmes précautions minutieuses que les précédentes (*Comptes rendus* du 20 avril 1897).

Nature du corps dissous dans l'eau.	P poids du corps dissous dans 100gr d'eau.	C abaissement correct pour S = 0°.	$\frac{C}{P}M$ abaissement moléculaire pour S = 0°	K effet d'une surfusion de 1° sur un abaissement de 1°.
Chlorure de potassium (M = 74,5).	7,460gr	3°,2864	32,82	0,013
	3,590	1,6012	32,24	0,014
	1,766	0,7991	33,72	0,013
	0,875	0,4007	34,12	0,014
	0,436	0,2006	34,62	0,013
	0,2171	0,1031	35,38	0,011
	0,1080	0,0509	35,11	0,013
Sucre de canne (M = 342).	34,565	2,0897	20,79	0,015
	17,292	0,9892	19,59	0,016
	8,550	0,4806	19,22	0,016
	4,2756	0,2372	18,97	0,015
	2,2311	0,1230	18,85	0,016
	0,9729	0,0532	18,70	0,015

» Ce Tableau montre que les *abaissements moléculaires* de congélation varient d'une façon fort différente avec la concentration, pour le chlorure de potassium et pour le sucre de canne.

» Pour le CHLORURE DE POTASSIUM, les abaissements moléculaires croissent, quand la dilution augmente, suivant une courbe qui se relève très rapidement, à partir du moment où les abaissements du point de congélation deviennent inférieurs à 0°,5. Ils semblent tendre vers la limite 36,4. Tout se passe donc ici à peu près comme je l'ai dit pour le chlorure de sodium (*loc. cit.*). Ces résultats sont presque identiques avec ceux qui ont été récemment obtenus par M. Abegg (*Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. XX; 1896) et par M. Loomis (*Physical review*, janvier 1897). Par contre, ils diffèrent beaucoup de ceux de M. Ponsot (*Annales de Chimie et de Physique*, janvier 1897).

» Pour le SUCRE DE CANNE, les abaissements moléculaires diminuent quand la dilution augmente. Si l'on prend les abaissements du point de congélation pour abscisses et les abaissements moléculaires pour ordonnées, ceux-ci viennent se placer sur une ligne droite, qui coupe l'axe des ordonnées au point 18,72. L'abaissement moléculaire correct du sucre de canne est donc 18,72.

» La différence entre ces derniers résultats et ceux que j'ai publiés en février 1892 (*Comptes rendus*, t. CXIV), relativement au sucre de canne, provient, en premier lieu, de ce que j'ai présenté ces derniers sans aucune correction. « Je n'ai fait, disais-je, qu'une seule observation sur chaque « dissolution, et c'est le résultat de cette observation que je rapporte. » Elle provient, en second lieu, de ce que le degré d'approximation que j'atteignais alors était seulement de $\frac{1}{500}$ de degré. Il est facile de voir, en effet, qu'une erreur de 0°,002 peut complètement changer la signification des résultats, dès que les abaissements deviennent inférieurs à 0°,1.

» En définitive, il est maintenant démontré, pour moi, que les abaissements moléculaires du chlorure de potassium et du sucre, comme ceux du chlorure de sodium et de l'alcool, ont des valeurs limites conformes aux prévisions de M. Arrhénius.

» Relativement à la valeur du coefficient K, il y a lieu de remarquer que, dans le Tableau précédent, cette quantité est sensiblement constante et se rapproche beaucoup de celle qu'on peut calculer, pour les dissolutions étendues, à l'aide d'une formule générale que j'ai publiée autrefois (*Revue scientifique* du 29 mai 1886, p. 683). Cette formule peut être mise sous la forme suivante :

$$K = \frac{1}{80}\left(1 + \frac{r}{R}\right) \pm \left(1 + \frac{r}{R}\right)\frac{t}{T} \times \frac{1}{S \times 80}. \tag{2}$$

» Dans le second membre de cette expression, le premier terme donne l'effet calorifique dû à la formation de la glace, et le second l'effet dû au rayonnement et aux autres causes.

» (80 est la chaleur de fusion de la glace ; S, la surfusion ; r, la masse en eau de la partie mouillée de l'éprouvette cryoscopique, du thermomètre et de l'agitateur ; R, la masse en eau du liquide cryoscopé ; t, le temps qui s'écoule depuis le commencement de la congélation jusqu'à ce que le thermomètre soit devenu à peu près stationnaire ; T, le temps nécessaire pour que l'éprouvette cryoscopique se refroidisse ou s'échauffe de 1° par rayonnement.)

» Si l'on remarque que le temps t est proportionnel à la surfusion S, on peut écrire

$$t = qS,$$

q étant une constante.

» D'autre part, le temps T est inversement proportionnel à la différence entre la température de l'éprouvette cryoscopique et la température convergente. Or, pendant le temps t, la température moyenne de l'éprouvette est *inférieure* à la température convergente de $\frac{S}{2}$. On a donc

$$T = \frac{2Q}{S},$$

Q étant une constante.

» Introduisant ces valeurs dans l'équation (2), il vient

$$(3) \qquad K = 0,0125\left(1 + \frac{r}{R}\right)\left(1 - \frac{qS}{2Q}\right).$$

relation qui exprime la valeur de K dans les circonstances où j'opère.

» Dans mon appareil : $q = 0',5$ (au plus); $Q = 55'$; $r = 12^{gr},5$; $R = 125^{gr}$.

» Remplaçant, dans cette dernière formule (3), les lettres par les valeurs précédentes, il vient

$$(4) \qquad K = 0,01375 - 0,00006 \times S.$$

» Comme S ne dépasse jamais $1^{\circ},5$, le dernier terme, qui exprime l'influence du rayonnement, est négligeable et il reste finalement

$$K = 0^{\circ},01375.$$

» Cette valeur théorique de K se confond pratiquement avec la valeur moyenne 0,014 donnée, pour cette même quantité, par les expériences précédentes sur les dissolutions de chlorure de potassium et de sucre. Par contre, elle s'écarte de 0,005, tantôt en plus, tantôt en moins, des valeurs expérimentales que je lui ai trouvées antérieurement (*loc. cit.*) pour les dissolutions de chlorure de sodium et d'alcool. Cela prouve que, pour ces dernières dissolutions, les conditions requises pour que la formule (2) soit exacte ne sont pas complètement réalisées, ou qu'il s'est introduit dans les expériences quelque petite erreur proportionnelle à la surfusion. La variation de K n'en reste pas moins réelle et elle montre qu'on ne peut pas toujours, avec une entière confiance, corriger l'effet de la surfusion à l'aide

de la formule (1), en donnant au coefficient K une valeur constante. Il faut remarquer, toutefois, que l'erreur ainsi commise est trop faible pour changer sérieusement la signification des résultats. Elle n'atteint pas, en effet, *un millième* de degré. C'est ce dont il est facile de s'assurer à l'aide des données que j'ai publiées relativement aux dissolutions de chlorure de sodium (*Comptes rendus* du 28 septembre 1896 et du 26 avril 1897).

» Quelles que soient les causes qui, dans les expériences en question, ont pu se joindre à la formation de la glace pour modifier le point de congélation, leur effet est (comme chaque expérience le démontre) proportionnel à la surfusion. Les points de congélation, obtenus par ma méthode graphique, n'en restent donc pas moins tout à fait corrects, ainsi que les abaissements moléculaires qui s'en déduisent.

» Je n'ai pas fait de réponse directe aux dernières critiques de M. Ponsot (*Comptes rendus* du 31 mai 1897, p. 1229 et 1230), parce que je ne les ai pas comprises ; je pense que cette Note pourra en tenir lieu. »

M. **Albert Gaudry**, en présentant à l'Académie une Note paléontologique, s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie une Note sur *La dentition des ancêtres des Tapirs*. Notre confrère M. Filhol a fait d'intéressantes recherches sur ces animaux. L'étude comparative de leurs dentitions me semble confirmer la croyance que les Mammifères ont eu à l'origine des dents molaires moins compliquées, plus petites que de nos jours. Leur complication, leur agrandissement se sont produits successivement pendant que se déroulaient les temps tertiaires. On observe des passages insensibles entre les prémolaires supérieures qui sont triangulaires et n'ont qu'une seule crête antérieure, celles où apparaît un rudiment du denticule interne de la crête postérieure, celles où se montre un rudiment du denticule médian de la même crête, celles où ces rudiments se sont développés et unis, celles où les deux crêtes sont devenues semblables et chez lesquelles la forme est tout à fait quadrangulaire. Des changements analogues ont été signalés par les savants américains sur les fossiles tertiaires.

» Dire que les Mammifères vivant de végétaux avaient autrefois des mâchoires où la surface de mastication était moindre que chez les animaux actuels, c'est dire que sans doute ils consommaient moins d'aliments. Dans mon *Essai de Paléontologie philosophique* présenté l'année dernière à l'Académie, j'ai tâché de montrer que l'activité des êtres avait augmenté succes-

sivement à la surface du globe; les animaux herbivores n'étaient pas, au commencement de l'ère tertiaire, de grands coureurs comme ceux d'aujourd'hui. Il semble que l'augmentation de leur activité a été en proportion de l'augmentation de force que leur a donnée une plus abondante alimentation. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres, qui devra faire partie de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, au Ministère des Finances.

M. **Henri Moissan** obtient la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations de la chaleur.* Mémoire de M. **Le Roy**, présenté par M. Poincaré. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Poincaré, Appell.)

« Les problèmes que j'étudie dans ce Mémoire ont une étroite analogie avec le problème de Dirichlet. Je démontre d'abord des *théorèmes d'existence*, par des méthodes imitées de celles qui servent à l'établissement du principe de Dirichlet. Je fais voir ensuite la possibilité de construire des *séries de solutions simples* qui fournissent une expression analytique explicite des solutions générales, conformément aux idées de Lamé.

» La première Partie est consacrée *à la généralisation du principe de Dirichlet pour les équations de l'équilibre thermique.*

» Je commence par l'étude de l'équation linéaire

$$\Delta V + a\frac{\partial V}{\partial x} + b\frac{\partial V}{\partial y} + c\frac{\partial V}{\partial z} = fV + \varphi,$$

a, b, c, f, φ étant des fonctions données de (x, y, z). La fonction f est supposée positive dans un domaine connexe T, limité par une surface fermée S, et il y a lieu de distinguer spécialement le cas où l'expression

$$a\,dx + b\,dy + c\,dz$$

est une différentielle exacte. On peut alors prouver l'existence d'une intégrale continue prenant sur S des valeurs données, au moyen de la méthode dite du *balayage,* inventée par M. Poincaré à propos de l'équation de Laplace. Il faut, pour cela, faire subir à cette méthode des transformations assez profondes, de manière à la réduire à ce qu'elle a d'essentiel et de fondamental. Elle prend alors un caractère très général : plus n'est besoin de faire appel aux propriétés particulières des potentiels newtonien ou logarithmique, aucune différence ne sépare les cas de l'espace et du plan, le principe de Dirichlet ordinaire et ses généralisations s'établissent concurremment. J'ajoute que la méthode du balayage, mise ainsi sous une forme canonique, devient applicable à des problèmes très différents de ceux qui sont considérés ici.

» Une méthode de *prolongement analytique,* basée sur la méthode des approximations successives de M. Picard, permet ensuite de passer, pour toute valeur positive de la constante ξ, du cas de l'équation linéaire à celui de l'équation non linéaire

$$\Delta V + a\frac{\partial V}{\partial x} + b\frac{\partial V}{\partial y} + c\frac{\partial V}{\partial z} = \xi F(x, y, z, V),$$

où F désigne une fonction donnée croissante avec V. Cette équation est, d'ailleurs, la plus générale de celles qui régissent l'équilibre des températures à l'intérieur d'un corps isotrope hétérogène, contenant des sources de chaleur et soumis à des causes de refroidissement.

» Dans la seconde Partie, je définis certaines fonctions que j'appelle les *fonctions harmoniques fondamentales attachées à une surface fermée.* Ces fonctions sont les potentiels newtoniens de certaines couches de matière attirante répandues sur S.

» Les fonctions fondamentales sont des généralisations, pour une surface de forme quelconque, des fonctions de Laplace et de Lamé relatives à la sphère et à l'ellipsoïde. Elles peuvent servir, comme ces dernières, à former des séries de termes simples qui représentent la solution du problème de Dirichlet. La convergence de ces séries peut être rigoureusement démontrée, dès que l'on admet l'existence de la fonction qu'il s'agit de développer. *On obtient ainsi une expression analytique explicite de la fonction harmonique qui prend sur* S *des valeurs données.*

» Les séries dont je viens de parler permettent encore de reconnaître que la *méthode de Neumann* pour la démonstration du principe de Dirichlet réussit, quel que soit l'ordre de connexion de S. Elles procurent enfin un

moyen de résoudre quelques problèmes analogues au problème de Dirichlet : celui, par exemple, qui consiste à déterminer une fonction harmonique par les valeurs périphériques de sa dérivée normale.

» La troisième Partie se rapporte *au refroidissement des corps solides et au problème de Fourier*.

» Je traite d'abord le cas d'un corps homogène dont la surface est maintenue à la température 0°, *par la méthode du balayage généralisée*. Le cas où les températures périphériques données sont variables avec le temps peut être ramené, par l'intermédiaire du cas où il y a des sources calorifiques intérieures, au cas simple que je viens de signaler.

» Ici encore, l'établissement préalable des théorèmes d'existence conduit à la construction de séries procédant suivant des fonctions simples, par lesquelles on obtient une représentation analytique de la solution du problème de Fourier. Cela procure des renseignements nouveaux sur plusieurs questions de Physique, entre lesquelles je citerai seulement le *problème des membranes vibrantes* que l'on parvient à résoudre, sinon exactement, du moins avec telle approximation que l'on veut.

» Je termine enfin par des indications rapides sur la possibilité d'appliquer aux équations générales du régime variable les procédés d'approximations successives imaginés par M. Picard pour les équations générales du régime permanent. »

M. **Gourjon** adresse la description d'un ballon dirigeable.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Albert Gaudry** est adjoint à la Commission du prix Cuvier. (C'est par erreur que M. Gaudry avait été mentionné, dans le précédent *Compte rendu*, comme adjoint à la Commission du grand prix des Sciences physiques, dont il fait déjà partie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que, conformément à sa proposition, il a désigné MM. *Cornu* et *Sarrau* pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année scolaire 1897-1898.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des étoiles filantes* les Léonides *à l'observatoire de Meudon.* Note de M. **Hansky**, présentée par M. Janssen.

« Ayant été chargé par M. Janssen, Directeur de l'observatoire de Meudon, de l'observation des étoiles filantes *les Léonides* pendant les nuits des 12-13, 13-14, 14-15 novembre, j'ai pris les dispositions et dressé les Cartes à cet effet, afin de pouvoir déterminer la position du point radiant de cet essaim.

» La nuit du 12 au 13 a été claire, mais aucune étoile du groupe n'a été observée. Pendant la nuit du 13 au 14, le ciel s'est découvert vers 2^h30^m et les observations ont pu être continuées jusqu'à 6^h15^m. Pendant ces trois heures d'observations, dans lesquelles M. Janssen était présent, on a observé seulement sept étoiles, dont quatre appartiennent indubitablement aux Léonides. Elles étaient faibles (3e à 4e grandeur), de couleur un peu bleuâtre, et se mouvaient rapidement, tandis que les autres, de couleur sensiblement jaunâtre, mettaient un temps presque double (une demi-seconde) pour s'éteindre.

» Les traces de ces étoiles ne conduisent pas à un même point radiant.

» Pendant la nuit du 14 au 15, on n'a observé également que quelques apparitions, qui ne paraissent pas se rapporter au radiant des Léonides.

» Il faut noter que la présence de la Lune a pu empêcher la vision des plus faibles étoiles. »

Remarques sur cette Communication ; par M. **J. Janssen**.

« Il est important de constater que l'apparition attendue a fait presque complètement défaut. J'ai télégraphié à San Francisco pour demander si, en raison des circonstances beaucoup plus favorables dans lesquelles se trouvait cette station, on avait été plus à même d'observer un phénomène plus important, mais je n'ai encore reçu aucune réponse (1).

» La constatation d'une couleur différente pour les Léonides, par rapport aux sporadiques, est intéressante, et il sera bon de la bien constater à l'avenir. Il y a là un premier pas dans la spécification des essaims et des anneaux par des caractères d'ordre physique et chimique. »

---

(1) Je reçois à l'instant de San Francisco la nouvelle qu'on n'y a observé aucune manifestation d'étoiles filantes plus abondante que d'ordinaire.

ASTRONOMIE. — *Principes mécaniques qui ont permis de réaliser un bain de mercure à couche épaisse, à l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Les présentes recherches ont été instituées à la demande de M. Lœwy, afin de rendre observable, à Paris, le bain de mercure à couche épaisse qui, en principe, est l'appareil idéal pour obtenir la direction absolue de la verticale.

» En réfléchissant aux moyens d'amortir les trépidations du sol, j'ai été conduit à me poser le problème suivant :

» Un support rigide, auquel un corps pesant M est suspendu par trois ressorts hélices verticaux égaux (ou un plus grand nombre), de masses négligeables, est soumis à un mouvement vibratoire de faible amplitude. On demande de déterminer le mouvement de la masse M, sachant que la vitesse relative du centre de gravité par rapport au support et la vitesse de rotation autour de ce point sont gênées par des résistances proportionnelles à ces vitesses.

» La solution complète de ce problème dépend de six équations différentielles simultanées du second ordre qui sont linéaires et à coefficients constants dans le cas des petits mouvements. La discussion de l'une de ces équations qui ne contient que la variable ξ définissant les oscillations du centre de gravité, dans le sens vertical, autour de sa position d'équilibre, fera bien comprendre le mécanisme de l'amortissement des vibrations.

» Appelons g l'accélération de la pesanteur ; m la masse du corps M ; l la longueur des ressorts, diminuée de leur longueur réduite, lorsque le corps M y est suspendu et se trouve en équilibre ; $-\mu$ ($\mu > 0$) le coefficient par lequel il faut multiplier la vitesse relative du centre de gravité par rapport au support, dans le sens vertical, pour obtenir la résistance au mouvement. En désignant par $e\sin 2\pi\frac{t}{\mathrm{T}}$ l'élongation au temps t du mouvement vibratoire du support, dans le sens vertical, l'équation qui définit ξ est

$$\frac{d^2\xi}{dt^2}+\frac{\mu}{m}\frac{d\xi}{dt}+\frac{g}{l}\xi=e\left(\frac{\mu}{m}\frac{2\pi}{\mathrm{T}}\cos 2\pi\frac{t}{\mathrm{T}}+\frac{g}{l}\sin 2\pi\frac{t}{\mathrm{T}}\right).$$

» On en tire

$$\xi=\mathrm{E}^{-\frac{\mu}{m}t}\mathrm{A}\cos(\alpha+\mathrm{K}t)+e\sqrt{\frac{1+\left(\frac{2\pi}{\mathrm{T}}\frac{\mu}{m}\frac{l}{g}\right)^2}{\left(\frac{4\pi^2}{\mathrm{T}^2}\frac{l}{g}-1\right)^2+\left(\frac{2\pi}{\mathrm{T}}\frac{\mu}{m}\frac{l}{g}\right)^2}}\sin\left(2\pi\frac{t}{\mathrm{T}}+\beta\right);$$

E désignant la base des logarithmes népériens; A et α deux constantes arbitraires réelles, à condition de ne pas donner à μ une valeur trop grande; K et β deux fonctions réelles des coefficients de l'équation.

» Lorsque t augmente, l'exponentielle décroît très rapidement, en sorte qu'au bout d'un espace de temps fort restreint la valeur de ξ se réduit au terme en $\sin\left(2\pi\frac{t}{T}+\beta\right)$. Le centre de gravité est alors soumis, dans le sens vertical, à un mouvement vibratoire synchrone de celui du support, mais dont l'amplitude est beaucoup plus faible si le radical est assez petit. Or c'est ce qui se produit lorsque, T étant petit ($T = 0^s,1$ environ dans le cas des trépidations du sol à l'Observatoire), $\frac{\mu}{m}$ et l ont des valeurs convenables.

» Dans les expériences exécutées à l'Observatoire, on avait (unité de temps, seconde; unité de longueur, mètre)

$$T = 0,1, \quad \frac{\mu}{m} = 0,5, \quad l = 0,70, \quad g = 9,81,$$

ce qui donne, en chiffres ronds, lorsque le régime stable est atteint,

$$\xi = \frac{e}{110}\sin\left(2\pi\frac{t}{T}+\beta\right).$$

» La discussion des autres équations du problème montre que l'effet des trépidations sur les autres mouvements du corps M est réduit dans des proportions analogues. Cet effet est minimum dans le voisinage immédiat du centre de gravité.

» *Application au bain de mercure.* — Supposons que le corps M soit une cuvette très lourde contenant du mercure (le système cuvette-mercure est stable à condition que les points d'attache des ressorts soient placés assez au-dessus de son centre de gravité). Les petits mouvements du système causent des ondulations sur la surface liquide; mais, comme la masse de ces ondulations est très petite par rapport à celle du système, les conditions du problème ne changent pas sensiblement, en sorte que le mouvement de la cuvette est pratiquement le même que si le mercure était figé. La théorie qui précède montre donc la possibilité d'atténuer considérablement l'effet des vibrations du sol sur la surface du mercure, en suspendant convenablement la cuvette.

» *Résultats.* — Les expériences exécutées à l'Observatoire par MM. Boquet, Lancelin, Leveau, Oltramare, auxquels j'ai plaisir à exprimer ici mes remercîments, ont complètement confirmé les prévisions de la théorie. Pendant deux jours consécutifs, les images fournies par le nouveau bain, à couche épaisse, ont été observables, à toutes les heures de la journée et de la soirée, dans les mêmes conditions de netteté que les images fournies par le bain à couche mince. Les observations faites compara-

tivement avec les deux bains ont d'ailleurs fourni des nadirs identiques, résultat en accord avec les conclusions des longues recherches de M. Périgaud. On a vérifié une fois de plus, pendant le cours des expériences, que le bain de mercure ordinaire à couche épaisse ne permet à aucun moment d'observer le nadir.

» En dehors du bain de mercure amalgamé assez souvent employé, il convient de rappeler que l'amortissement des oscillations a été réalisé pratiquement pour la première fois, il y a une dizaine d'années, par M. Gautier, en employant une cuvette flottante et une couche mince. M. Périgaud a ensuite supprimé le flottage sans nuire à la qualité des images. Auparavant, Le Verrier avait essayé sans succès d'amortir les oscillations en employant une cuvette à fond strié, isolée du sol par des cales élastiques.

» Les présentes recherches touchaient à leur fin lorsque j'ai appris que M. Benoist avait eu, de son côté, l'idée de suspendre tout récemment un galvanomètre très sensible à de longs ressorts, pour le soustraire aux trépidations. Depuis lors, l'instrument a considérablement gagné en stabilité. Il y a lieu de penser que cette application à la Physique du principe exposé dans la présente Note ne restera pas isolée. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le déplacement le plus général d'une droite dont tous les points décrivent des trajectoires sphériques.* Note de M. **Ernest Duporcq**, présentée par M. Jordan.

« Le déplacement d'une droite dont tous les points décrivent des trajectoires sphériques, en dehors des cas déjà connus où les centres des sphères contenant ces trajectoires sont situés dans un même plan, peut être défini de la manière suivante :

» Étant donnés un cylindre parabolique et une sphère S, considérons, sur leur plan diamétral commun, Q, la projection orthogonale (p) de la biquadratique gauche (m), commune à ces deux surfaces. En désignant par O le centre de la sphère S, faisons tourner autour du point p, d'un angle donné et dans un sens déterminé, le segment pO, qui prend ainsi la position pn. Le lieu du point n, semblable à celui du point p, est une cartésienne.

» *Si le point m décrit la biquadratique (m), tous les points de la droite de grandeur fixe, mn, décrivent des trajectoires sphériques.*

» *Ces trajectoires sont d'ailleurs toutes des biquadratiques gauches, dont les projections sur le plan Q sont des cartésiennes semblables entre elles.*

» *Les centres des sphères contenant ces trajectoires sont les points d'une cubique gauche, n'admettant en général qu'une asymptote réelle, normale au plan Q, le point n étant généralement le seul point réel de la droite mn dont la trajectoire soit plane.*

» Deux cas particuliers intéressants sont à signaler :

» Dans le premier, l'angle Opn étant pris égal à 180°, un des points de la droite mn décrit la perpendiculaire D au plan Q menée par le centre O; le lieu des centres des sphères contenant les trajectoires dégénère alors en une hyperbole équilatère, dont une des asymptotes est normale au plan Q.

» Le second cas particulier intéressant est celui où le plan de symétrie du cylindre parabolique considéré passe par le centre de la sphère S. Le point n décrit alors un cercle, qui est une ligne double de la surface engendrée par la droite mn, et toutes les trajectoires envisagées se projettent sur le plan Q suivant des cercles. Le lieu des centres de ces trajectoires se décompose alors en une droite, axe de la circonférence (n), et en une ellipse située dans le plan Q.

» Enfin, les deux particularités précédentes peuvent exister simultanément. On se rend compte que, dans ce cas, un des points de la droite mn étant assujetti à se déplacer sur un cercle C, un autre de ses points reste sur une droite D normale au plan Q de ce cercle. Les points de la droite mn décrivent alors des biquadratiques situées sur des sphères dont les centres ont pour lieu la droite du plan Q qui passe par le centre du cercle C et rencontre la droite D. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions entières.* Note de M. **Erik Schou**, présentée par M. E. Picard.

« Dans son Mémoire sur les fonctions entières (*Journ. de Math.*, p. 171; 1893), M. Hadamard est parvenu à un théorème de la plus haute importance dans la théorie de ces fonctions. Ce théorème s'énonce comme il suit :

» *Soit* $\sum a_m x^m$ *une fonction entière. Si* a_m *décroît plus vite que* $\frac{1}{[\varphi(m)]^m}$, la $p^{ième}$ *racine a un module supérieur à* $(1-\varepsilon)\varphi(p)$, *où* ε *est infiniment petit.*

» Je suis parvenu à un théorème qui, du moins dans certaines questions, peut rendre les mêmes services que le théorème de M. Hadamard.

» *Si une fonction entière de x croît comme la fonction* $e^{V(|x|)}$, *on aura, en désignant par* ρ_p *le module de sa* $p^{ième}$ *racine,*

$$V(s\rho_p) > \log(s-1)p,$$

s désignant un nombre positif plus grand que 2.

» *Démonstration.* — Soit $G(x)$ une fonction entière qui est égale à 1 à l'origine. On suppose

$$(1)\qquad |G(x)| \leqq e^{V(|x|)}.$$

» Désignons par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ les zéros de $G(x)$, et soit $|\alpha_p| = \rho_p$. On suppose $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_p$ rangés par ordre croissant.

» Je pose

$$H(x) = (x - \alpha_1)(x - \alpha_2)\ldots(x - \alpha_p).$$

» La fonction

$$\frac{G(x)}{H(x)}$$

étant entière, on peut écrire

$$(2)\qquad (-1)^p \frac{1}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_p} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{G(Re^{i\theta})}{H(Re^{i\theta})}\,d\theta,$$

R étant arbitraire. Si $|x| > \rho_p$, on a

$$|H(x)| > (|x| - \rho_p)(|x| - \rho_{p-1})\ldots(|x| - \rho_1) > (|x| - \rho_p)^p.$$

» Je pose $|x| = s\rho_p$, s étant un nombre positif plus grand que 2; donc pour cette valeur de $|x|$

$$|H(x)| > \rho_p^p (s-1)^p.$$

» En prenant dans (2) $R = s\rho_p$, on aura, à l'aide de (1),

$$\frac{1}{\rho_1\rho_2\ldots\rho_p} < \frac{e^{V(s\rho_p)}}{\rho_p^p(s-1)^p},$$

et *a fortiori*

$$(s-1)^p < e^{V(s\rho_p)},$$

ou

$$(3)\qquad p\log(s-1) < V(s\rho_p).$$

» Comme $s > 2$, le premier membre de cette inégalité est positif.

» L'application de l'inégalité précédente aux fonctions où

$$V(x) = Mx^\alpha,$$

M et α désignant des constantes positives, ne présente aucune difficulté. On voit tout de suite que la série

$$\sum \frac{1}{\rho_p^{\alpha+\varepsilon}}$$

est convergente si ε est positif. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transmission d'énergie à distance. Application à la polarisation rotatoire.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans un champ qui transmet de l'énergie, où celle-ci est libérée en certains points et consommée en d'autres, il n'est pas nécessaire que le champ de force grâce auquel l'énergie se transmet dérive partout d'un potentiel. Nous allons chercher ce qui caractérise les régions où il n'y a pas de potentiel, et celles où il y en a un.

» L'énergie partant de certains points pour arriver en d'autres points, il existe en certaines régions de l'espace un flux d'énergie. Soient λ, μ, ν les composantes de ce vecteur E, qui représente la quantité d'énergie qui passe par unité de temps par l'unité de surface normale au flux E. Il y a de plus, dans chaque élément de volume, une certaine quantité d'énergie. J'appelle ρ sa densité de volume.

» Théorème I. — *Dans le régime permanent, aux points où il n'y a pas de transformation d'énergie, le vecteur* E *est réversible; il est irréversible aux points où il y a transformation d'énergie.*

» Appliquons identiquement le raisonnement qui amène à l'équation de continuité en Hydrodynamique, en admettant le principe de la conservation de l'énergie au lieu de celui de la conservation de la matière. Si $A\,dx\,dy\,dz\,dt$ représente la quantité d'énergie transformée au point considéré, nous avons immédiatement

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+\left(\frac{\partial\lambda}{\partial x}+\frac{\partial\mu}{\partial y}+\frac{\partial\nu}{\partial z}\right)+A=0.$$

» Si $\frac{\partial\rho}{\partial t}=0$, c'est-à-dire en régime permanent, la condition nécessaire et suffisante pour qu'on puisse changer dans toute une région E en $-$E (ce qui implique le changement de signe de la parenthèse), sans aucun autre changement, est que $A=0$.

» Le raisonnement serait le même si, A étant nul, $\frac{d\rho}{dt}$ ne l'était pas, c'est-à-dire si le régime était variable. Dans ces deux cas le flux E n'est pas réversible.

» Théorème II. — *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une force, en une région, dérive d'un potentiel est que les axes de l'ellipsoïde de variation de cette force autour de chaque point de cette région coïncident avec les directions auxquelles ils correspondent.*

» Dans ce cas, en effet, $\frac{\partial Z}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial z} = \frac{\partial X}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial x} = \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y} = 0$; X, Y, Z étant les composantes de la force, et les équations qui donnent dX, dY, dZ en fonction de dx, dy, dz ont un déterminant symétrique. Dans ces conditions, la démonstration classique de Fresnel (voir VERDET, *Optique physique*, t. I, p. 469) montre qu'il y a trois directions confondues avec les variations correspondantes, et qu'elles sont rectangulaires. Or à trois directions rectangulaires de l'espace correspondent trois directions conjuguées de l'ellipsoïde de variation. Les trois directions considérées, étant rectangulaires et conjuguées, sont les axes de l'ellipsoïde.

» Inversement, si les composantes dY et dZ sont nulles quand dy et dz sont nuls, dx ayant alors pour valeur le rayon de la sphère à laquelle correspond l'ellipsoïde de variation, il faut que dY et dZ ne dépendent pas de dx. En appliquant le même raisonnement aux deux autres axes, on voit que $dX = a\,dx$, $dY = b\,dy$, $dZ = c\,dz$, ce qui implique que $\frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z} = \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x} = \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} = 0$.

» THÉORÈME III. — *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une force en un point ne dérive pas d'un potentiel est qu'il y ait en ce point transformation d'énergie ou régime variable.*

» L'égalité symétrique est l'état d'un milieu dans lequel, sur toutes les directions, les deux sens sont indifférents (¹); dans ce cas, les axes de l'ellipsoïde de variation d'un vecteur lié à la constitution du milieu, coïncident avec les directions correspondantes. Inversement, la surface de variation d'un vecteur étant toujours un ellipsoïde, si une direction n'est pas identique dans les deux sens, cela ne peut se traduire que sur la position relative de l'ellipsoïde de variation et des éléments de symétrie du milieu. Si donc les axes de l'ellipsoïde coïncident avec leurs directions correspondantes, le milieu jouit de l'égalité symétrique. Ceci est donc la condition nécessaire et suffisante pour qu'une force liée à la constitution d'un milieu dérive d'un potentiel.

» Si nous supposons que la propriété du milieu qui définit la force est la répartition, dans ce milieu, d'une certaine énergie caractérisée par sa densité en chaque point, si le milieu est isotrope, il y aura forcément égalité symétrique en tous les points où il n'y aura pas flux d'énergie, puisque aucun vecteur n'entrera dans la définition du milieu. Aux points où il

---

(¹) LAMÉ, *Théorie de la chaleur*, Introduction et page 10. — MALLARD, *Cristallographie*, t. II, p. 11.

y aura un flux d'énergie E, il y aura égalité symétrique quand ce flux sera réversible; l'égalité symétrique n'existera pas, au contraire, si le flux est irréversible. Nous avons vu (théorème I) que ceci était le cas seulement en régime variable ou aux points où il y a transformation d'énergie.

» *Application à la polarisation rotatoire magnétique.* — Ceci nous montre, *a priori*, que la polarisation rotatoire ne pouvait être due à un phénomène de Zeeman que dans le cas de milieux absorbants. En effet, si cela avait lieu, le champ magnétique, éclairé par un circulaire, serait un lieu de transformation d'énergie. Or, le champ magnétique seul possède son flux d'énergie réversible; le rayon lumineux apporte aussi un flux d'énergie réversible, si le milieu n'est pas absorbant; et, dans ce cas, il y a forcément égalité symétrique, potentiel pour la force, absence de transformation d'énergie.

» Mais si le milieu est absorbant pour la lumière, le flux lumineux ne sera plus réversible, et si l'énergie lumineuse circulaire et l'énergie magnétique sont de même espèce, il devra y avoir absence d'égalité symétrique, donc transformation d'énergie. M. Cotton n'en a pas observé à cause de la faiblesse des effets, mais il explique par un phénomène de ce genre la polarisation elliptique que donnent à la lumière rectiligne les lames de fer transparentes aimantées, d'après M. Du Bois et M. Righi. Ce qui précède me semble expliquer nettement le phénomène dans les idées de M. Cotton. Dans ce cas, d'ailleurs, le champ dans le fer éclairé ne doit plus dériver d'un potentiel. La grandeur de l'absorption, qui correspond à une excentricité de l'ellipse de $\frac{1}{266}$ d'après Righi dans le cas du fer, explique qu'avec l'absorption très faible et la rotation spécifique relativement faible aussi de la liqueur de Thoulet, M. Cotton n'ait rien obtenu.

» Pour le phénomène de Zeeman lui-même, nous voyons que nous ne pouvons faire apparaître un circulaire droit sans le gauche voisin. Si les deux faisceaux sont d'égale intensité le champ magnétique n'opère qu'une simple orientation sans rien céder, et le champ magnétique dans la flamme continue à dériver d'un potentiel. Mais il est possible qu'il en soit autrement, et ceci ne serait pas contradictoire avec les principes ci-dessus, puisque la flamme est un lieu de transformation d'énergie.

» En somme ces expériences, surtout celle de M. Righi, me semblent appuyer d'une manière décisive la théorie électromagnétique de la lumière, puisqu'elles prouvent que la dissymétrie d'un rayon lumineux circulaire rend dissymétrique un champ magnétique. »

PHYSIQUE. — *Sur les coefficients de dilatation des gaz, en général, aux pressions moyennes.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

« J'ai calculé les coefficients de dilatation des gaz dans diverses conditions, d'après les données de mes expériences sur la densité de quelques-uns d'entre eux, à 0° et 76^{cm}, et leur compressibilité à 16° entre 1^{atm} et 2^{atm}, et en m'appuyant, comme précédemment et avec les mêmes réserves, sur la notion *d'états correspondants* [1]. J'ai admis, en outre, pour coefficient de dilatation unique de mon gaz parfait fictif, $\omega = \frac{1}{273} = 3663.10^{-6}$.

» L'accord remarquable entre mes nombres calculés et les trop rares résultats expérimentaux de M. P. Chappuis m'autorise à croire que mes formules donneraient des résultats aussi exacts que les meilleures expériences, si les coefficients en étaient déterminés au moyen de données critiques mieux déterminées et rapportées au thermomètre normal.

» I. Le nombre qui résulte le plus directement de mes densités de gaz *est le coefficient de dilatation vrai à* 0° *sous la pression constante de* π^{cm}.

» Il est donné par la formule (1), cas particulier de la formule (5),

$$(1) \qquad \alpha_\pi = 3663.10^{-6} + \frac{1}{10000 - y_0}\frac{\theta}{273}\frac{\partial y_0}{\partial \theta}.$$

» II. *Coefficient vrai à* T°, *sous la pression constante de* p^{cm}.

» Le volume moléculaire d'un gaz à T°, sous la pression de p^{cm}, est

$$(2) \qquad v = 1 - [y_T + (e-1)z_T + (e-1)^2 u_T]\,10^{-4}.$$

» A (T + δT) ce volume est le même que celui à T° d'un autre gaz dont la température critique serait (θ − δθ), à condition que

$$(3) \qquad \frac{\delta\theta}{\delta T} = \frac{\theta}{T};$$

on a donc

$$(4) \qquad v + \delta v = v\,\frac{1 + \alpha\,\delta T}{1 + \omega\,\delta T};$$

d'où, passant à la limite et appliquant les relations (2) et (3)

$$(5) \quad \alpha - \omega = -\frac{1}{v}\frac{\theta}{T}\frac{\partial v}{\partial \theta} = \frac{1}{10^4 - y - (e-1)z - (e-1)^2 u}\frac{\theta}{T}\left[\frac{\partial y}{\partial \theta} + (e-1)\frac{\partial z}{\partial \theta} + (e-1)^2\frac{\partial u}{\partial \theta}\right] \text{[2]}$$

---

[1] Voir *Comptes rendus* des 8 février, 2 août, 2 et 8 novembre 1897, où il sera nécessaire de reporter pour la notation.

[2] Les termes en u et $\frac{\partial u}{\partial \theta}$ sont petits. Si $T > \theta$, u est < 0 et négligeable.

» III. *Le coefficient vrai de pression* (volume constant) s'obtient en divisant le coefficient à pression constante par

$$(6)\qquad p\omega = 1 + pA_{p,\mathrm{T}} = 1 + ez.10^{-4} + e(e-1)u.10^{-4}.$$

» IV. *Coefficient moyen entre* T *et* T′ *sous la pression constante de* p^{cm} (¹).

» Ecrivons que le volume moléculaire qui est v à T° devient v' à T′°

$$(7)\qquad v\frac{1+\alpha(\mathrm{T'}-\mathrm{T})}{1+\omega(\mathrm{T'}-\mathrm{T})} = v'.$$

$$(8)\qquad \alpha = \omega + \frac{v'-v}{v}\left(\frac{1}{273} + \frac{1}{\mathrm{T'}-\mathrm{T}}\right).$$

» Il est commode pour l'établissement des formules de dilatation, de calculer les coefficients entre 0° et t° (centig. ord.) en donnant successivement à t diverses valeurs. On peut écrire alors plus explicitement

$$(8\ bis)\qquad 10^6.\alpha = 3663 + \frac{\mathrm{T}}{273.t} + \frac{y_0 - y + (e-1)(z_0 - z) + (e-1)^2(u_0 - u)}{10^4 - y_0 - (e-1)z_0 - (e-1)^2 u_0}.$$

» V. *Coefficient moyen de pression* (volume constant). — On démontre aisément que la différence entre les deux coefficients moyens entre T et T′ (pression constante ou initiale P) a pour valeur

$$(9)\qquad \alpha - \beta = \mathrm{A}_{\mathrm{P}}^{\mathrm{P'}}\mathrm{P}\beta[1 + \beta(\mathrm{T'}-\mathrm{T})]\ (^2);$$

ce qui peut se mettre sous la forme générale plus explicite :

$$(9\ bis)\qquad \alpha - \beta = e\beta.10^{-4}[1+\beta(\mathrm{T'}-\mathrm{T})]\{z_{\mathrm{T'}} + [2(e-1) + \beta e(\mathrm{T'}-\mathrm{T})]\,u_{\mathrm{T'}}\},$$

la parenthèse finale se réduisant à $z_{\mathrm{T'}}$, si $\mathrm{T'} > \Theta$.

	Coefficients vrais à 0°.			Coefficients moyens entre 0° et 100° calculés		Coefficients moyens entre 0° et 100° expérimentaux.	
Gaz.	$10^6.\alpha_\pi$.	$10^6.\alpha_{16}$.	$10^6.\beta_{16}$.	$10^6.\alpha$.	$10^6.\beta$.	$10^6.\alpha$.	$10^6.\beta$.
H	3666	3668	3670	3669	3673	3661	3667
Az	3667	3672	3671	3668	3668	»	3668
CO	3668	3674	3672	3669	3669	3669	3667
O	3671	3676	3673	3672	3671	»	»

(¹) De même que l'on définit le coefficient vrai par $\frac{1}{\mathrm{V}}\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial \mathrm{T}}$, je calcule ici, sous le nom de *coefficient moyen* (contrairement à l'usage), l'expression $\frac{1}{\mathrm{V_T}}\frac{\Delta \mathrm{V}}{\Delta \mathrm{T}}$.

(²) Je ne saurais trop insister, au point de vue de la critique des déterminations expérimentales de α et β, sur l'importance du critérium fourni par cette valeur ($\alpha - \beta$) dont le calcul présente un haut degré de certitude. En particulier, $\alpha = \beta$ si à la température supérieure le gaz suit la loi de Mariotte sous la pression considérée.

	Coefficients vrais à 0°.			Coefficients moyens entre 0° et 100.			
				calculés.		expérimentaux.	
Gaz.	$10^6.\alpha_\tau$.	$10^6.\alpha_{16}$.	$10^6.\beta_{16}$.	$10^6.\alpha$.	$10^6.\beta$.	$10^6.\alpha$.	$10^6.\beta$.
AzO	3677	3678	3674	3674	3673	»	»
C^2H^4	3731	3765	3735	3734	3721	»	»
CO^2	3752	3751	3726	3723	3712	3710	3688
Az^2O	3758	3762	3734	3731	3718	3719	3676
C^2H^2	3759	3772	3741	3738	3724	»	»
HCl	3779	3770	3741	3736	3723	»	»
Cy	3924	3990	3900	3880	3841	3877	3829
$(CH^3)^2O$	3940	4030	3926	3904	3861	»	»
$CH^3.AzH^2$	4023	4044	3939	3912	3868	»	»
SO^2	4025	4010	3915	3890	3850	3903	3845
$(CH^3)^3Az$	4043	4412	4197	4154	4060	»	»
$(CH^3)^2AzH$	4052	4218	4064	4020	3955	»	»
CH^4	3683	3695	3687	3683	3680	»	»
C^2H^6	3772	3852	3798	3791	3767	»	»
AzH^3	3991	3862	3808	3808	3784	3802	»
CH^3Cl	4028	4031	3925	3915	3870	»	»
PH^3	3774	3791	3758	3750	3735	»	»
H^2S	3885	3822	3784	3771	3754	»	»
Cl	3965	3910	3870	3826	3801	»	»

» VI. J'ai rapproché de mes résultats (pression initiale ou constante, 76^{cm}) ceux de Regnault relatifs à divers gaz, ainsi qu'un nombre de M. P. Chappuis relatif au gaz ammoniac. La plupart concordent bien, notamment le dernier, bien que l'ammoniac n'appartienne pas à la série normale, et que les conventions faites à son sujet aient pu paraître arbitraires.

» J'ai calculé, en outre, quelques coefficients déterminés expérimentalement par M. Chappuis. Il me suffira de rapporter ici ceux relatifs à l'acide carbonique pour montrer que l'écart entre mes résultats et ceux de Regnault est dû en majeure partie aux erreurs de l'expérience directe :

	Calculé.	P. Chappuis.	Regnault.
α entre 0° et 100° sous la pression de 1^m de mercure.	3727	3724	3701
β entre 0° et 100°, pression initiale, 1^m de mercure..	3743	3742	»

» VII. *Formules de dilatation* (pression constante de 76^{cm}) :

$$SO^2 : 10^6\,\alpha = 4010 - 1,86\,t + 78.10^{-4}t^2 - 12.10^{-6}\,t^3$$

$$CO^2 : 10^6\,\alpha = 3751 - 0,477\,t + 29.10^{-4}t^2 + 83.10^{-7}\,t^3$$

» Les coefficients vrais prennent une valeur minima uniforme (3663.10^{-6}) à la température τ° précédemment calculée. Les coefficients moyens entre 0° et t° passent aussi par un minimum au voisinage de τ°. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'eau sur le trichlorure de phosphore. Oxychlorure phosphoreux.* Note de M. A. BESSON, présentée par M. Troost.

« On sait que le trichlorure de phosphore réagit sur l'eau en excès donnant de l'acide phosphoreux et de l'acide chlorhydrique, en vertu de l'équation $PCl^3 + 3H^2O = PO^3H^3 + 3HCl$, et si l'on concentre la solution à chaud, on peut faire cristalliser l'acide par refroidissement.

» Quand la réaction s'effectue en présence de trichlorure en excès, elle présente quelques particularités que je vais résumer :

» Lorsqu'on abandonne à l'air humide du trichlorure de phosphore dans un flacon débouché, il se dépose, dans la partie supérieure du récipient, des cristaux qui proviennent de l'action de PCl^3 en vapeur sur l'humidité de l'air; ces cristaux sont formés d'acide phosphoreux et souillés seulement d'un peu d'acide chlorhydrique, dont on les débarrasse facilement en les laissant séjourner dans le vide sec en présence de potasse solide.

» Si l'action de l'humidité sur PCl^3 se prolonge, les cristaux d'abord formés se liquéfient et viennent former, au sein du trichlorure, un liquide oléagineux.

» On arrive plus vite au même résultat en additionnant directement le trichlorure de quelques gouttes d'eau qui surnagent d'abord; la réaction se déclare ensuite, énergique, avec dégagement de HCl, et l'acide phosphoreux formé se dissout dans l'eau; la solution a une densité qui va en croissant, de telle sorte que, quand la réaction se modère, elle vient former une couche inférieure légèrement opaline et huileuse. La composition de ce liquide oléagineux est complexe et l'expérience conduit à la considérer comme une solution chlorhydrique, aqueuse, d'acide phosphoreux, en équilibre chimique au contact de PCl^3 en excès : et, après plus de trois mois, à une température oscillant de 20° à 30°, le liquide oléagineux n'a pas donné de cristaux d'acide phosphoreux au contact du trichlorure en excès; bien plus, des cristaux d'acide phosphoreux, projetés à froid dans PCl^3, s'y liquéfient lentement avec dégagement de HCl.

» Quelle que soit la façon dont on fasse réagir une petite quantité d'eau sur PCl^3 (humidité de l'air ou acide borique cristallisé à froid), on constate la formation en petite quantité d'un produit de réaction incomplète, formé en vertu de l'équation : $PCl^3 + H^2O = 2HCl + POCl$; cet oxychlorure phosphoreux reste en solution dans l'excès de PCl^3, et, pour le retirer, on chasse la majeure partie du dissolvant au bain-marie sous pression ordinaire, les dernières portions dans le vide [1].

---

[1] *Analyse.*

Cl pour 100.........	43,77	Pour POCl.	Cl pour 100...	43,03
P pour 100..........	38,12		P pour 100....	37,33

» L'oxychlorure phosphoreux POCl est un corps solide, hyalin, légèrement ambré, ayant la consistance de la paraffine, d'une odeur rappelant celle de l'oxychlorure phosphorique ou chlorure de phosphoryle $POCl^3$; il est très hygroscopique et se dissout dans l'eau en produisant un bruit semblable à celui que produit l'anhydride phosphorique; la solution renferme de l'acide chlorhydrique, de l'acide phosphoreux en même temps qu'il reste un léger dépôt amorphe jaune. L'oxychlorure phosphoreux se décompose, en effet, très rapidement sous l'action de la lumière ou de la chaleur en donnant un dépôt jaune clair qui vire au jaune rougeâtre si l'action se prolonge. C'est vraisemblablement le même corps dont on observe la formation au sein de PCl^3 renfermant un peu d'humidité quand on l'abandonne à la lumière, ou qu'on le soumet à la distillation; l'oxychlorure phosphoreux, d'abord formé par réaction de l'humidité sur PCl^3 en excès, se détruit ultérieurement sous l'action de la lumière ou de la chaleur.

» L'oxychlorure phosphoreux, insoluble dans les dissolvants usuels, est soluble dans PCl^3; il s'unit directement et lentement au chlore gazeux pour donner du chlorure de phosphoryle $POCl + Cl^2 = POCl^3$. Ce corps est l'analogue, dans la série du phosphore, de AzOCl, AsOCl, etc.

» L'oxychlorure POCl ne s'est jamais formé qu'en petite quantité dans la réaction de l'eau sur PCl^3, malgré la diversité des conditions dans lesquelles elle a été effectuée ($0^{gr},2$ à $0^{gr},5$ par kilogramme de PCl^3 traité). J'attribue ce résultat à ce que, ce corps étant très hygroscopique, toute humidité intervenant après la formation d'une certaine quantité de ce corps réagira sur lui au lieu d'attaquer une autre fraction de PCl^3. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le cérium.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de recherches relatives aux sels du cérium. Continuant les travaux que j'avais entrepris avec mon regretté Maître, Paul Schützenberger, j'ai principalement étudié l'acétate de cérium et le sulfate de cérium.

» *Acétate de cérium.* — 174^{gr} de sulfate de cérium, *exempt de thorium*, sont dissous dans l'eau et traités par la quantité correspondante d'acétate de plomb pour obtenir l'acétate de cérium. L'excès de plomb est enlevé par un courant d'hydrogène sulfuré; après séparation du sulfure de plomb par filtration, la solution cérique, abandonnée à elle-même, laisse déposer, *à froid*, au bout de très peu de temps, un précipité blanc assez abondant qui a été recueilli.

» Une portion de cet acétate a été transformée en sulfate, et le sulfate analysé par calcination; j'ai trouvé ainsi pour le poids atomique du métal correspondant :

$$Ce = 137,85.$$

» Ayant fait des cristallisations fractionnées de ce même sulfate, j'ai obtenu :

Pour la première cristallisation..........	Ce = 140,7
» les eaux-mères....................	Ce = 138,5

» Dans toutes les cristallisations qui sont effectuées, les eaux-mères sont toujours précipitées par l'alcool; le sulfate ainsi obtenu, après dessiccation, est repris par l'eau froide et amené de nouveau à cristallisation. Cette précaution est prise afin d'obtenir des sels absolument neutres.

» La solution claire provenant de la filtration de l'acétate basique précité a été concentrée au bain-marie; il s'est formé un premier dépôt qui a donné à l'analyse :

Premier dépôt.	Cristallisation (*a*).......	Ce = 137,35
	Eaux-mères (*a*).........	Ce = 135,1

» Faisant ainsi une série de cristallisations fractionnées, j'ai eu les résultats suivants :

Second dépôt..	Cristallisation (*b*).......	Ce = 136,5
	Eaux-mères (*b*).........	Ce = 137,4
Eaux-mères...	Cristallisation (*c*).......	Ce = 139,1
	Eaux-mères (*c*).........	Ce = 136,05

» *Emploi de l'eau oxygénée.* — Si, à une solution d'acétate de cérium, on ajoute un excès d'eau oxygénée, il se produit un précipité jaune; la précipitation se fait plus facilement à chaud, mais il ne faut pas cependant prolonger trop longtemps l'action de la chaleur; d'autre part, la précipitation n'est pas totale.

» Dans un essai, j'ai obtenu 6gr d'oxyde qui ont été transformés en sulfates et soumis à des cristallisations fractionnées :

Première cristallisation..................	Ce = 137,15
Eaux-mères..........................	Ce = 137,6

» Les oxydes ont été de nouveau mélangés, transformés en sulfates, et ceux-ci soumis à une nouvelle cristallisation fractionnée qui a donné :

Première cristallisation..................	Ce = 137,15
Deuxième »	Ce = 137,35
Troisième »	Ce = 137,6

» La partie non précipité par l'eau oxygénée a été additionnée d'acide oxalique.

L'oxalate de cérium a été calciné, et l'oxyde transformé en sulfate. Les cristallisations fractionnées ont donné :

Première cristallisation	Ce = 137,85
Deuxième »	Ce = 139,9
Troisième »	Ce = 138,85

» *Sulfate de cérium.* — Une solution de sulfate céreux a été additionnée de 20gr de sulfate de potassium; il s'est produit un sulfate double que je désignerai par S. D., n° 1. La liqueur claire a été précipitée par une nouvelle quantité égale de sulfate de potassium, ce qui m'a donné un précipité S. D., n° 2. Continuant ainsi de proche en proche, j'ai obtenu S. D., n° 3 et S. D., n° 4; les eaux de lavage de ce dernier précipité ne contenaient plus rien.

» Chacun de ces sulfates doubles a été décomposé par la soude caustique; l'hydrate obtenu a été lavé à l'eau chaude et finalement dissous dans l'acide nitrique, puis précipité par l'acide oxalique. L'oxalate a été calciné, et l'oxyde transformé en sulfate. J'ai ainsi fait une série de cristallisations dont voici les résultats :

S. D., n° 1 :	première cristallisation	Ce = 138,75
	deuxième »	Ce = 137,3
	troisième »	Ce = 133,0
S. D., n° 2 :	première cristallisation	Ce = 138,5
	deuxième »	Ce = 136,95
	troisième »	Ce = 137,9
	quatrième »	Ce = 137,7
S. D., nos 3 et 4 :	première cristallisation ...	Ce = 138,25
	deuxième »	Ce = 136,25

» L'ensemble de ces résultats, obtenus soit avec l'acétate de cérium, soit avec le sulfate, montre que, conformément aux indications déjà données par P. Schützenberger [1], l'oxyde de cérium est accompagné de petites quantités d'une autre terre à poids atomique plus faible. Cette terre serait susceptible de donner un bioxyde par oxydation; son sulfate donnerait des sulfates doubles insolubles dans les sulfates alcalins.

» De plus, l'eau oxygénée sépare un oxyde dont le poids atomique du métal correspondant varie de 137,15 à 137,6; tandis que la partie non précipitée donne des poids atomiques variant de 137,85 à 139,9, variations de même ordre que celles obtenues avec les sulfates doubles (de 133,0 à 138,75) et avec l'acétate (de 135,1 à 140,7). »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 962.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'obtention du sulfure de strontium au moyen du gaz sulfhydrique et de la strontiane ou du carbonate de strontium. Influence de la température.* Note de M. **José Rodriguez Mourelo**.

« Dans la pratique de ce procédé, il se présente des phénomènes curieux, dus à la chaleur, qui influent sur le produit obtenu. Voici comment j'ai opéré :

» Je place, dans un tube en porcelaine de 80^{cm} de longueur sur 40^{mm} de diamètre intérieur, tantôt du carbonate de strontium, en poudre et en de petits fragments, tantôt de la strontiane dans les mêmes conditions. La masse solide occupe la partie moyenne du tube, sans empêcher le passage du gaz sulfhydrique, mais en le rendant difficile, pour rendre plus intime le contact des substances destinées à réagir. Le gaz sulfhydrique est lavé en passant dans de l'eau, puis séché en traversant une colonne de fragments de chlorure de calcium spongieux.

» Je place le tube sur un four horizontal en terre réfractaire (système Fletcher), pourvu de plusieurs becs à gaz ayant chacun son robinet indépendant, ce qui permet de ne chauffer à volonté que la partie nécessaire du tube, dont les deux extrémités, hors du four, sont fermées avec des bouchons en liège. Une de ces extrémités est en communication avec l'appareil producteur du gaz sulfhydrique et l'autre avec un flacon à deux tubulures, destiné à condenser la vapeur d'eau; le flacon communique avec la cheminée par un tube en caoutchouc, pour faire échapper le gaz en excès et établir le courant. Il est bon de donner au four une certaine inclinaison vers le flacon condensateur, pour faciliter la sortie de l'eau produite par la réaction.

» On fait d'abord passer du gaz sulfhydrique à froid, jusqu'à chasser tout l'air contenu dans l'appareil. On produit ce gaz, à la température ordinaire, en traitant le sulfure ferreux, fondu et exempt de fer libre, par de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique à 5 pour 100. Quand l'air a été chassé, on chauffe le tube graduellement jusqu'à la température du rouge vif, non seulement dans la partie où se trouve la strontiane ou le carbonate de strontium, mais jusqu'au voisinage de la sortie, afin qu'il ne se condense pas d'eau dans le tube en porcelaine et que le sulfure formé soit décomposé. En même temps, le courant gazeux doit être tel qu'il emporte l'eau produite par la réaction. Pendant ce temps, la température du tube de verre qui met en communication le tube de porcelaine avec le condensateur monte notablement. Quand elle redescend jusqu'à la température de l'air ambiant, l'opération est terminée. Alors, et sans diminuer le feu, on fait passer un courant lent d'hydrogène sec et l'on interrompt la communication avec le gaz sulfhydrique. Enfin, quand tout l'intérieur de l'appareil a été ainsi balayé, on laisse refroidir le tube, en continuant à faire passer le courant d'hydrogène sec. Quand tout le tube est froid, on en retire une masse blanche, granulée : le monosulfure de strontium, dépourvu de toute odeur sulfhydrique, susceptible de s'altérer à l'air humide. Ce sulfure, préparé de la sorte, n'est pas phosphorescent, ainsi que je l'ai démontré (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1024).

» La température à laquelle on opère n'est pas indifférente quant à la nature des produits qu'on obtient; et, dans certaines conditions, ceux-ci ne sont pas les mêmes, selon qu'on emploie l'oxyde ou le carbonate de strontium (le premier provenant de la décomposition du nitrate par la chaleur). Par l'action de l'acide sulfhydrique sur la strontiane au rouge, il se forme du sulfure de strontium et de l'eau, selon la formule

$$SH^2 + SrO = SrS + H^2O;$$

la chaleur de formation est $SrS = 99^{Cal},3$. Mais il n'est pas moins certain que, si le sulfure de strontium est en contact avec de la vapeur d'eau, au rouge, c'est la réaction inverse qui se produit : l'acide sulfhydrique et la strontiane sont régénérés, suivant la formule $SrS + H^2O = SH^2 + SrO$. En réalité, le phénomène est plus compliqué, parce qu'il se produit du sulfhydrate de sulfure de strontium et de l'hydrate stroncique et, peut-être aussi, des polysulfures; le sulfure pouvant être facilement décomposé dans les conditions de l'expérience.

» Si la température n'est pas assez élevée, l'eau se condense dans l'intérieur du tube de porcelaine et, une fois liquide, elle attaque et décompose le sulfure déjà formé. Dans des expériences faites avec l'intention de constater ce fait, j'ai obtenu, après le refroidissement dans le courant d'hydrogène, un produit blanc, légèrement humide, sentant fortement le gaz sulfhydrique et contenant des proportions remarquables d'hydrate stroncique (jusqu'à 22 pour 100), ce qui prouve, de manière indubitable, l'existence des actions indiquées et la possibilité de la réaction inverse.

» En faisant monter jusqu'au rouge vif la température de la partie du tube de porcelaine où se trouve la strontiane ou le carbonate de strontium, j'ai pu observer comment la vapeur d'eau agit sur le sulfure formé, et comment le sulfure, le gaz sulfhydrique et les éléments de l'eau produisent des réactions intermédiaires : à la fin, on trouve dans le tube une masse blanche, dont la plus grande partie est formée par l'hydrate stroncique; elle n'est pas hygrométrique, exhale une odeur sulfhydrique, a une réaction alcaline très marquée, se décompose et se carbonate au contact de l'air. Pour qu'il en soit ainsi, il est indispensable que le courant d'acide sulfhydrique soit extrêmement lent, comme celui qu'on produit en traitant par de l'eau, à la température ordinaire, le sulfure de calcium.

» Pour observer ces phénomènes on est obligé d'employer la strontiane anhydre, parce que le carbonate, en se décomposant, produit de l'anhydride carbonique qui entraîne l'eau jusqu'au flacon destiné à la condenser; dans ce cas, on peut augmenter

la température sur une grande longueur du tube, pour empêcher que l'eau ne se condense et ne décompose le sulfure formé à l'intérieur. Il est nécessaire pourtant de graduer la température et de la mettre en rapport, sous un certain point, avec la rapidité du courant de gaz sulfhydrique, de façon à entraîner l'eau produite dans la réaction. En établissant un certain régime, on peut atteindre la température du rouge vif et obtenir un sulfure de strontium pur, et d'une blancheur remarquable, quoique s'altérant au contact de l'air.

» Quant au choix entre la strontiane et le carbonate de strontium, j'ai préféré le dernier, parce que non seulement le dégagement de l'anhydride carbonique favorise l'élimination de l'eau, en l'entraînant jusqu'au condensateur, mais parce que la strontiane résultante est très poreuse, ce qui rend facile l'attaque par l'acide sulfhydrique. On doit cependant, au préalable, priver le carbonate de son eau, au moyen d'une dessiccation à 120°; on obtient ainsi, comme je l'ai dit en commençant, un monosulfure de strontium blanc, granulé, assez pur, et susceptible d'acquérir la propriété phosphorescente en s'oxydant à une haute température [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Production d'acides gras volatils, au moyen des eaux de désuintage des laines.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons donné autrefois une analyse complète des eaux de désuintage des laines [2] et montré, en outre, qu'à la suite d'une fermentation spéciale, complexe, qui se déclare spontanément dans ces eaux, fermentation que nous avons également étudiée en détail, il se développait, entre autres choses, des acides gras volatils, depuis l'acide acétique jusqu'à l'acide caprique.

» Nous avons fait ressortir alors que la quantité d'acides volatils ainsi produite était très importante et qu'on avait là une source abondante de ces acides gras dont quelques-uns, l'acide propionique par exemple, sont relativement rares et difficiles à produire. Jusqu'à présent cette source n'a pas été exploitée en grand : dans les lavages de laines, on continue à utiliser les eaux de désuintage uniquement comme source de carbonate de potasse, qu'on obtient par évaporation à sec de ces eaux et calcination du résidu qu'elles fournissent.

» Aujourd'hui on entrevoit, pour ces acides volatils, des applications in-

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

(2) Thèse pour le Doctorat ès Sciences, Faculté des Sciences de Paris, 1887.

dustrielles qui peuvent devenir très importantes. C'est pourquoi nous croyons devoir rappeler l'attention sur cette source et donner les résultats de recherches faites récemment en vue de la rendre exploitable industriellement.

» Le procédé d'extraction est d'ailleurs extrêmement simple. Il suffit de distiller, dans un courant de vapeur d'eau, l'eau de désuintage fermentée, acidulée par une proportion convenable d'acide sulfurique. Les acides volatils sont entraînés par la vapeur d'eau et condensés avec elle.

» Nous allons résumer rapidement la suite des opérations qui conduisent à ce résultat.

» L'eau de désuintage, telle qu'elle arrive de l'atelier de lavage, marquant généralement 10°-11° Baumé, est abandonnée à elle-même pendant quelques jours dans des citernes spéciales. Une fermentation se déclare durant laquelle prennent naissance, entre autres choses, des acides gras volatils, du carbonate d'ammoniaque, etc. Ces eaux fournissent le meilleur rendement en acides volatils après huit jours de fermentation.

» Voici d'ailleurs la composition d'une eau de désuintage fermentée :

	Par litre.
Densité	1079
Résidu sec	153,4 gr
Ammoniaque (à l'état de carbonate)	1,5
Azote total	4,5
Carbonate de potasse tout formé	7,6
Acides volatils (évalués en SO^4H^2)	16,0
Matière grasse	15,5
Salin brut (matière minérale)	77,4
Carbonate de potasse total	65,5

» Le liquide fermenté est porté à l'ébullition pour chasser l'ammoniaque [1], puis acidulé par une quantité convenable d'acide sulfurique de façon à mettre en liberté les acides volatils que l'on veut séparer. Il est ensuite chauffé dans un courant de vapeur d'eau qui entraîne les acides volatils.

» Nous avons étudié attentivement la marche de cette distillation et établi les conditions dans lesquelles elle doit être faite pour donner le meilleur résultat. Au début de la distillation la quantité d'acide recueilli est importante, et ce sont les acides les plus élevés qui passent. On sait, en effet, que les acides gras volatils sont entraînés d'autant plus facilement par la vapeur d'eau que leur point d'ébullition à l'état anhydre est plus élevé. La proportion d'acide entraîné par la vapeur d'eau décroît rapidement, et plus on prolonge la distillation plus le mélange est riche en acide acétique

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1292; 1887.

qui passe le dernier. On arrive ainsi, en chauffant dans un courant de vapeur d'eau et concentrant, à enlever la presque totalité des acides volatils.

» Le liquide, amené à un degré de concentration convenable, laisse déposer tout le sulfate de potasse qu'on peut séparer. Il reste une eau-mère qui est ramenée à sec et calcinée, et qui fournit ainsi un salin riche en carbonate de potasse.

» Si l'on veut retrouver la totalité de l'alcali à l'état de carbonate, il suffit d'ajouter du carbonate de chaux au résidu sec, dans lequel on a laissé le sulfate de potasse. Pendant la calcination du mélange, le sulfate de potasse est transformé en carbonate.

» Les matières azotées, détruites pendant l'opération, donnent de l'ammoniaque qu'il est facile de recueillir.

» Le liquide distillé renferme les acides volatils. Nous en avons fait la séparation et le dosage à l'état d'éthers éthyliques.

» Nous donnons ci-dessous la liste de ces acides et la proportion suivant laquelle ils entrent dans le mélange, ainsi que le rendement rapporté au litre d'eau de désuintage et à 100 parties du résidu sec de ces eaux.

	Pour 100 parties du mélange.	Par litre d'eau de désuintage à 153gr de résidu see.	Pour 100 parties du résidu sec de l'eau de désuintage.
		gr	gr
Acide formique	traces	»	»
» acétique	60	10,7	6,9
» propionique	25	5,4	3,5
» butyrique	5	1,3	0,8
» valérianique	4	1,2	0,7
» caproïque	3	1,0	0,6
» caprylique	traces	traces	traces
» benzoïque	3	1,0	0,6
Phénol	traces	traces	traces

» Les eaux de désuintage provenant de diverses sortes de laines, prises dans les mêmes conditions, varient très peu comme composition, et nous n'avons pas observé de différences notables dans les rendements en acides volatils.

» Entre autres applications, ce mélange brut d'acides gras volatils est particulièrement convenable pour la production de l'acétone, de la méthyléthylacétone et des acétones supérieures qui entrent dans le mélange qu'on désigne sous le nom d'*huile d'acétone*, qu'on préconise aujourd'hui pour la dénaturation de l'alcool.

» Nous étudions actuellement cette question; nous nous proposons de donner ultérieurement le résultat de nos recherches à ce sujet.

» On peut d'ailleurs isoler, complètement ou en partie, l'acide acétique du mélange.

» Pour cela, il suffit d'ajouter au mélange des acides, en solution aqueuse, du carbonate de chaux en quantité convenable, de façon à saturer la proportion d'acide acétique qu'on désire séparer. La chaux se fixe, en effet, intégralement sur l'acide acétique et, en traitant la solution par un courant de vapeur d'eau, les acides volatils restés libres sont entraînés, et l'on a comme résidu de l'acétate de chaux pur.

» On peut donc obtenir ainsi, au moyen des eaux de désuintage des laines, des mélanges d'acides gras volatils directement utilisables pour certains usages particuliers, ou isoler de ce mélange, si l'on y trouve avantage, de l'acide acétique pur, et cela en même temps que des quantités notables d'ammoniaque et sans perdre le carbonate de potasse, qu'on peut retrouver intégralement.

» D'ailleurs, la matière première est abondante. Dans les seuls lavages des laines de Roubaix et de Tourcoing, on produit journellement plus de 500^{mc} d'eau de désuintage. Le traitement de ces eaux, tel que nous venons de l'indiquer, pourrait fournir environ 10^{kg} d'acide acétique pur, 5 à 6^{kg} d'acide propionique, 20^{kg} de sulfate d'ammoniaque par mètre cube, outre le salin de potasse, seul produit qu'on en retire aujourd'hui. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition du chloroforme, du bromoforme et du chloral par la potasse aqueuse.* Note de M. A. **Desgrez**, présentée par M. Friedel.

« On sait, depuis Dumas, que la potasse alcoolique transforme le chloroforme en chlorure et formiate de potassium :

$$CHCl^3 + 4KOH = 3KCl + CHO^2K + 2H^2O.$$

M. Prunier a montré, plus récemment, qu'à une température inférieure à 30° il se forme encore des traces de formiate mais surtout de l'oxychlorure de carbone et un peu d'hydrogène.

» M. Bouchard, m'ayant chargé d'étudier les gaz qu'il avait vus se produire quand on met en contact de la levure de bière, de l'eau chloroformée et de la lessive de potasse, m'a ainsi fourni l'occasion de montrer que le chloroforme se décompose par la potasse aqueuse, à froid, en donnant, comme produit principal, non plus de l'acide formique, mais les générateurs de ce corps, l'oxyde de carbone et l'eau. Le gaz produit dans l'expérience de M. Bouchard est uniquement composé d'oxyde de carbone, mélangé d'une trace de vapeurs de chloroforme entraînées mécaniquement.

La levure de bière est étrangère à sa formation. Elle l'active seulement, en jouant sans doute le rôle de corps poreux. Les copeaux de sapin, le chlorure de calcium, le bioxyde de manganèse, un courant de gaz inerte agissent d'une façon analogue. La réaction se fait donc aux dépens du chloroforme et de la potasse. Comme le formiate est stable, en liqueur alcaline, on ne peut admettre sa formation préalable suivie d'une déshydratation. Il en résulte qu'il n'entre plus 3 molécules d'alcali en réaction, mais 1 ou 2 seulement :

$$CHCl^3 + 2KOH = 2KCl + H^2O + CO + HCl,$$
$$CHCl^3 + KOH = KCl + 2HCl + CO.$$

» Tel est le mode principal de décomposition du chloroforme, quand on met en présence 10^{gr} de ce corps avec 400^{gr} d'eau, tenant en dissolution 50^{gr} de potasse. L'oxyde de carbone a été caractérisé par sa flamme bleue, sa combinaison avec le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, le réactif de M. Berthelot (azotate d'argent ammoniacal) et, enfin, l'analyse eudiométrique. 10 volumes de gaz se combinent avec 5 volumes d'oxygène en donnant 10 volumes d'acide carbonique. La production de formiate et de carbonate de potassium, aux dépens d'oxychlorure de carbone d'abord formé, n'est qu'accessoire.

» La lumière solaire active, l'obscurité ralentit ce mode de décomposition du chloroforme. Une chaleur modérée l'accélère, comme la lumière, sans doute en augmentant la solubilité du chloroforme. La potasse mise en contact avec ce corps, sans l'intermédiaire de l'eau, ne donne aucun dégagement gazeux.

» Le méthyl et le phénylchloroforme ne donnent pas cette réaction. Il en est de même du chlorure de méthylène et du tétrachlorure de carbone. Le bromoforme se décompose comme le chloroforme, mais plus lentement, en raison de sa moindre solubilité. L'iodoforme, insoluble dans l'eau, n'est pas décomposé.

» Le chloral, comme on devait s'y attendre, donne la même réaction que le chloroforme, mais plus rapidement. La chaleur dégagée dans la première phase de sa destruction, en formiate et chloroforme, rend plus active l'action de la potasse sur le chloroforme d'abord formé.

» Les carbonates et bicarbonates alcalins ne provoquent pas de décomposition analogue. L'ammoniaque est, de même, sans action à froid. M. André a montré qu'elle peut, comme l'eau seule du reste, décomposer

le chloroforme avec production d'oxyde de carbone, sous l'influence de la chaleur, en tubes scellés, à 200°-225°.

» On sait que la recherche toxicologique du chloroforme se fait, soit en recueillant dans une solution d'azotate d'argent le chlore et l'acide chlorhydrique provenant de sa décomposition par la chaleur, soit en provoquant la formation d'une carbylamine. Ces deux réactions ne sont nullement caractéristiques. D'autres composés chlorés volatils donnent la première; l'iodoforme donne facilement la seconde. La production de 90^{cc} d'oxyde de carbone, à froid, en solution alcaline étendue, aux dépens du chloroforme, m'a permis de reconnaître 1^{cc} de ce corps dissous dans 400^{gr} d'eau. La Toxicologie pourra donc mettre à profit la réaction que je signale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'argent-cyanamide* CAz^2Ag^2. Note de M. PAUL LEMOULT.

« Parmi les dérivés métalliques du cyanamide, la combinaison argentique est une des plus caractéristiques; elle se forme quand on fait réagir, sur une solution aqueuse de cyanamide, une solution ammoniacale de AzO^3Ag.

» On obtient un précipité jaune. On le sépare des eaux-mères et on le sèche à température aussi basse que possible : c'est la combinaison bi-argentique CAz^2Ag^2; mais il est bien rare qu'elle soit pure, sa teneur en Ag est trop faible. Pour obtenir le produit pur, on met celui-ci en suspension dans l'eau froide et on le décompose à froid par un excès de AzO^3H; la dissolution n'est jamais totale; il reste des flocons noirâtres, d'autant plus abondants que la dessiccation et la décomposition ont lieu à température plus élevée. La liqueur filtrée est précipitée peu à peu par de l'ammoniaque, et en répétant plusieurs fois ce traitement on obtient le produit chimiquement pur. La teneur en Ag de celui dont je me suis servi, évaluée par la transformation en AgCl, s'élève à 84,24 et 84,1 pour 100 (théorie : 84,37).

» On peut également l'évaluer par la calcination qui laisse l'argent métallique, mais comme la décomposition est explosive, l'opération demande à être conduite avec soin pour éviter les projections, et réussit assez rarement. L'argent-cyanamide est complètement insoluble dans l'eau; un échantillon, bouilli pendant plusieurs heures dans l'eau pure, ne change pas de poids à $\frac{1}{1000}$ près; si l'eau est ammoniacale, il y a une légère dissolution à chaud, mais elle ne se produit pas à froid.

» Pour déterminer la chaleur de formation de ce corps j'ai employé les deux méthodes suivantes : 1° synthèse comme dans la préparation; 2° dissolution dans les acides étendus.

» Dans le premier cas, j'ajoute, à une solution titrée d'azotate d'argent ammoniacale, une solution titrée de cyanamide en quantité théoriquement correspondante ou en quantité inférieure; dans tous les cas, le phénomène thermique est le même. La chaleur dégagée, rapportée à la molécule, est de $9^{Cal},64$ (moyenne entre $9^{Cal},61$ et $9^{Cal},67$):

$$\begin{aligned} &C\,Az^2H^2 \text{ diss.} + 2(Az\,O^3Ag \text{ ammoniacal}) \text{ diss.} \\ &= 2\,Az\,O^3Az\,H^4 \text{ diss.} + C^2Az^2Ag^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad + 9^{Cal},64 \end{aligned}$$

» Cette expérience est contrôlée par la suivante : si l'on fait réagir la solution d'azotate d'argent sur une solution ammoniacale de cyanamide, la chaleur dégagée n'est plus que $8^{Cal},46$ (moyenne de trois expériences identiques); mais j'ai montré que la neutralisation du cyanamide dissous par l'ammoniaque en excès dégage déjà $1^{Cal},38$; ce nombre, ajouté à $8^{Cal},46$, donne le total $9^{Cal},84$ qui présente avec le nombre précédent un accord satisfaisant (moyenne, $9^{Cal},74$). Pour déduire de cette donnée le nombre cherché, il fallait avoir la constante thermique de la solution de sel d'argent employée; j'ai répété dans le calorimètre la préparation de cette solution, en ajoutant de l'ammoniaque à de l'azotate d'argent jusqu'à disparition complète du précipité formé tout d'abord; il faut pour cela environ 2 molécules d'ammoniaque et la chaleur dégagée s'élève à $8^{Cal},05$, même quand il y a excès d'alcali :

$$Az\,O^3Ag \text{ diss.} + p.\,Az\,H^3 \text{ diss.} = (Az\,O^3Ag \text{ ammoniacal}) \text{ diss.} \ldots\ldots \quad + 8^{Cal},05$$

» Dans la réaction génératrice du cyanamide d'argent, 1 molécule d'ammoniaque se porte sur l'acide azotique devenu libre, l'autre reste dans la liqueur à l'état libre, mais je me suis assuré qu'elle n'exerce aucun effet thermique sur le précipité formé. On peut donc déduire des données précédentes l'équation relative à la formation, à partir des éléments, du cyanure d'argent :

$$C + Az^2 + Ag^2 = C\,Az^2Ag^2 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -50^{Cal}$$

» Dans la seconde série d'expériences, je me suis servi de l'acide azotique, puis de H Cl. Dans le premier cas, il faut employer un grand excès d'acide : si l'on ne prend que la quantité théorique, un quart à peine du métal est déplacé, et il reste beaucoup de cyanamide d'argent non attaqué; avec un excès, la dissolution est presque complète, mais je n'ai pu éviter la formation des flocons noirâtres que j'ai signalés. Le phénomène thermique correspondant, rapporté à la molécule, est une absorption de $11^{Cal},2$:

$$2\,Az\,O^3H \text{ diss.} + C\,Az^2Ag^2 \text{ sol.} = C\,Az^2H^2 \text{ diss.} + 2\,Az\,O^3Ag \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots \quad -11^{Cal},2$$

» De ce nombre on déduit immédiatement, en se rappelant que l'acidité de l'eau n'influe pas sur la chaleur de dissolution du cyanamide :

$$C + Az^2 + Ag^2 = C\,Az^2Ag^2 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -52^{Cal},4$$

» Quand on fait réagir à froid un excès d'H Cl étendu, sur l'argent-cyanamide, celui-ci est entièrement décomposé; la liqueur est tout à fait limpide et tout l'Ag passe à l'état de chlorure car l'Az O³ H même bouillant n'enlève pas la moindre trace

d'Ag au précipité qui se forme de suite. La décomposition est donc intégrale et se prête tout à fait à des mesures calorimétriques; elle dégage $19^{Cal},25$ (moyenne entre 19,1, 19,32 et 19,33) :

$$CAz^2Ag^2 \text{ sol.} + 2HCl \text{ diss.} = 2AgCl \text{ sol.} + CAz^2H^2 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +19^{Cal},25$$

D'où l'on déduit l'équation de formation

$$C + Az^2 + Ag^2 = CAz^2Ag^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad -52^{Cal}$$

» Ce dernier nombre est intermédiaire entre les deux premiers; on voit facilement que c'est lui qui a le plus de chances d'être exact; en effet, dans la décomposition par AzO^3H, la liqueur n'est pas parfaitement limpide; la décomposition est sans doute incomplète par suite d'un partage, très inégal d'ailleurs, entre l'acide et le cyanamide, et le nombre qui la mesure, $-11^{Cal},2$, est trop faible en valeur absolue; s'il en est ainsi, le nombre $-52,4$ est trop élevé en valeur absolue. Le premier nombre, -50^{Cal}, résulte d'expériences plus complexes, où il peut encore y avoir partage du métal, et présente moins de chances d'exactitude. Le dernier nombre, au contraire, résulte d'une décomposition reconnue intégrale; les chances d'exactitude semblent être de ce côté, et nous admettrons le nombre correspondant.

» Ce chiffre est tout à fait d'accord avec les propriétés explosives du composé qui nous occupe; celui-ci, chauffé à l'air libre, se décompose violemment bien avant qu'on ait atteint la température de 200°. J'ai voulu voir s'il en serait ainsi en l'absence d'oxygène; un poids connu de cyanamide d'argent fut enfermé dans un tube scellé, où j'avais fait le vide; ce tube fut porté par degrés successifs à 360°; le corps ne manifestait aucune trace d'altération, quoiqu'il ait été maintenu pendant plusieurs heures à cette température, ainsi qu'à un certain nombre de températures intermédiaires. Son poids n'a pas varié et sa teneur en Ag est restée fixe; ce même échantillon se détruit violemment à 200° à l'air libre, grâce sans doute à la chaleur dégagée par la combustion du carbone, laquelle porte à environ 150^{Cal} le phénomène thermique correspondant à cette destruction. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les Crabes de la famille des Dorippidés.* Note de M. E.-L. **Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Dorippidés sont des Crabes qui habitent, pour la plupart, les profondeurs plus ou moins grandes des océans. Avant les explorations sous-

marines effectuées pendant ces vingt dernières années, ils se répartissaient dans 3 genres (*Dorippe*, *Ethusa*, *Palicus*) et ne comptaient pas plus de 13 espèces; depuis, leur nombre s'est progressivement élevé à 60 espèces qui se distribuent dans 9 genres. Ayant eu à ma disposition la plupart de ces formes, j'ai pensé qu'il serait utile d'en tirer parti pour fixer les origines et l'évolution de la famille.

» Si les Dromidés se placent au premier rang parmi les Crabes, et rattachent ces derniers aux Macroures du groupe des Homards, les Dorippidés viennent immédiatement ensuite et doivent être considérés comme des Dromidés modifiés. Ce fait est aujourd'hui admis sans conteste par le plus grand nombre des zoologistes; mais c'est tout ce que l'on sait sur l'origine de la famille et personne n'a fixé jusqu'ici, avec plus de précision, son vrai point de départ. Or, les Dromidés comprennent trois sous-familles fort distinctes (*Homoliens*, *Dromiens*, *Dynoméniens*), et l'on est en droit de se demander quelle est, de ces trois sous-familles, celle dont sont issus les Dorippidés.

» Cette question n'est pas difficile à résoudre. Presque tous les Dorippidés présentent une ligne latérale et, dans beaucoup d'entre eux, les femelles sont munies de sillons particuliers sur la face sternale du thorax. Ces deux caractères fondamentaux se retrouvent dans les Dromiens et les Dynoméniens, et comme ils font défaut chez les Homoliens, cette dernière sous-famille se trouve de fait écartée. D'un autre côté, beaucoup de Dorippidés ont un rostre franchement triangulaire comme les Dynoméniens; en outre, leur groupe le plus primitif, celui des Palicés, ressemble à cette dernière sous-famille par ses pattes de la dernière paire qui sont seules modifiées et ramenées sur le dos. Les Dorippidés se rattachent donc aux Dromidés de la sous-famille des Dynoméniens.

» Les modifications adaptatives qui ont transformé les Dromidés en Dorippidés ont essentiellement porté sur les organes respiratoires. L'appareil efférent a évolué d'une manière assez progressive: les deux orifices expirateurs, très éloignés chez les Dromidés, se sont rapprochés peu à peu et ont fini par se fusionner dans une gouttière endostomienne plus ou moins saillante du côté frontal. Mais il n'en a pas été de même des orifices afférents. Situés à la base même des pattes antérieures chez les Dromidés, tantôt ils se sont réduits jusqu'à se fermer complètement, tantôt ils se sont agrandis, allongés et ont pris la forme d'une fente où se meut l'article basilaire des pattes-mâchoires externes, avec son long épipodite. De là deux

sous-familles, deux séries séparées, qui diffèrent d'ailleurs l'une de l'autre par d'autres caractères importants.

» Parmi ces derniers, les plus typiques sont ceux qui ont trait à l'appareil génital femelle. Dans les espèces de la première série, l'orifice sexuel femelle est resté à la base des pattes de la troisième paire comme chez les Dromidés; en outre, les œufs sont peu nombreux, très gros et donnent certainement des jeunes peu différents de l'adulte. Dans la seconde série, l'orifice sexuel femelle est devenu sternal comme chez les Crabes, en même temps que les œufs, nombreux et petits, produisent des formes larvaires peu avancées. Je ne vois pas quelle relation existe entre ces deux ordres de caractères; mais, en ce qui concerne la position des orifices sexuels, il est permis de dire que les Dorippidés du premier groupe sont loin d'avoir achevé leur évolution, car les Leucosidés, qui s'en rapprochent beaucoup, présentent déjà ces orifices sur la face sternale.

» Quant à l'évolution particulière des deux sous-familles, elle me paraît être en rapport étroit avec la dimension des œufs. Avec de gros œufs et par conséquent une éclosion tardive, les jeunes sont forcément peu différents de l'adulte et mal doués au point de vue de la natation; la dissémination, et par suite la diversification des formes, doivent être limitées. Avec de petits œufs et l'éclosion précoce qui en résulte, les jeunes sont des larves nageuses très propres à disséminer et à faire varier les formes. En fait, les Dorippidés de la première série sont bien moins nombreux que la seconde : on en connaît 10 espèces, contre 50 qui appartiennent au second groupe.

» Comme les Dynoméniens primitifs (*Acanthodromia, Dynomene ursula* très voisine de la *D. Filholi*), les Dorippidés ont pris naissance dans la mer des Antilles et dans les parties voisines du Pacifique, à une époque où l'isthme de Panama n'avait pas encore surgi du fond des eaux. La mer des Antilles, en effet, ne compte pas moins de 25 espèces appartenant à tous les genres, sauf les genres *Cymonomops* et *Dorippe* qui sont ceux où, dans chaque sous-famille, l'évolution a pris sa plus grande intensité. Bien plus, ce sont les formes primitives qui abondent dans la mer des Antilles (15 espèces de *Palicus* sur 22, toutes les espèces connues des genres *Cymopolus* et *Corycodus*), tandis que les formes ultimes dominent dans les centres éloignés de cette mer (10 Dorippes sur 12 dans l'aire indo-pacifique occidentale, *Cymonomops*). Il est à remarquer que plusieurs espèces propres à la mer des Antilles se retrouvent dans l'Atlantique oriental, ou sont représentées par des formes très voisines dans les eaux américaines du

Pacifique. Joints à beaucoup d'autres de même nature, ces faits permettent de penser que, à une époque peu éloignée de nous, le détroit de Panama existait encore et que les relations entre les deux rives de l'Atlantique étaient beaucoup plus étroites qu'aujourd'hui (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur un type nouveau* (Metchnikovella *n. g.*) *d'organismes parasites des Grégarines*. Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Duclaux.

« Les points sablonneux des côtes de la Hague (anses de Vauville, d'Escalgrain, de Saint-Martin) présentent, entre autres Annélides, le *Spio Martinensis* Mesnil, qui renferme, d'une façon assez constante, dans le tube digestif, une Grégarine aplatie (*fig.* 1-3) mesurant jusqu'à 200 μ (probablement *G. Spionis* Köll.). Chez les individus provenant d'Escalgrain, nous avons trouvé, dans la Grégarine, un organisme parasitaire d'un type assez particulier.

» Chez les Grégarines normales, l'entocyte est constitué par des granulations très uniformes, au milieu desquelles tranche le noyau. Chez certaines, au contraire, dans l'entocyte, se détachent une ou plusieurs vacuoles claires, peu réfringentes (*fig.* 1). Chez d'autres, l'entocyte est parcouru, dans tous les sens et dans toute sa masse, par des traînées hyalines, peu réfringentes, d'un calibre sensiblèment constant et dont la *fig.* 2 ne reproduit qu'imparfaitement l'aspect. Chez d'autres enfin (*fig.* 3), l'entocyte renferme des corps figurés, de forme constante, à contours bien marqués, assez réfringents, allongés suivant l'axe de la Grégarine, en un fuseau mesurant 30 μ à 50 μ de long sur 4 μ de large. Ils peuvent coexister avec les traînées; ils sont souvent en grand nombre (une centaine environ) et remplissent alors à peu près complètement le volume de la Grégarine.

» Dans tous les cas, le noyau de celle-ci est parfaitement intact, ce qui exclut toute connexion entre les phénomènes précédents et sa sporulation. De plus, quand ces altérations existent, elles atteignent presque tous les individus, quelle que soit leur taille, habitant un même *Spio*. Ces circonstances suggèrent l'hypothèse d'un parasitisme.

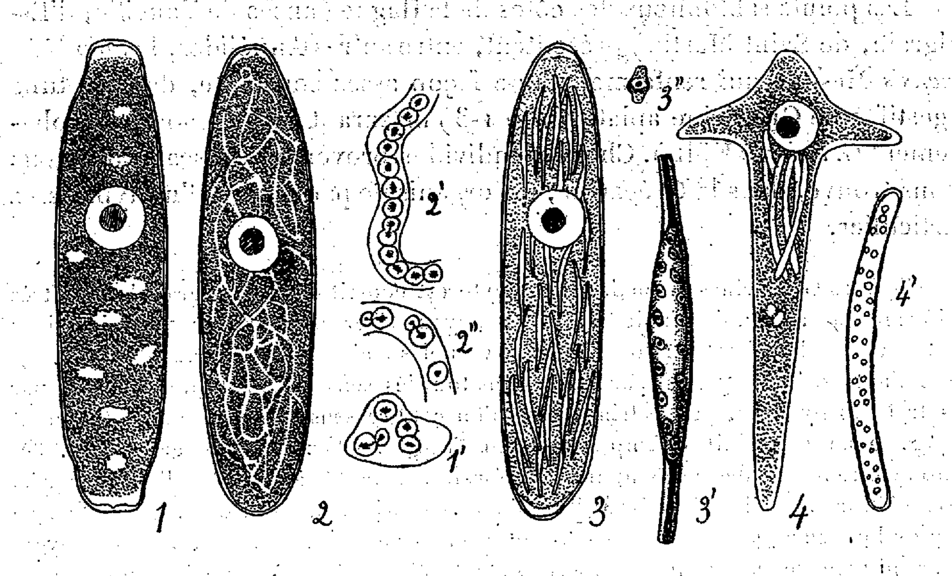
» L'étude des matériaux fixés, colorés et coupés fournit les résultats suivants. Les

---

(¹) Les deux sous-familles dont j'ai parlé plus haut sont celles des CYCLODORIPPINÉS et des DORIPPINÉS. Dans un travail ultérieur, je montrerai que la première se divise naturellement en deux tribus : Cymonomés (*Cymopolus, Cymonomus*) et Cyclodorippés (*Corycodus, Cyclodorippe, Cymonomops*), la seconde en deux autres : Palicés (*Palicus*) et Dorippés (*Ethusa, Ethusina, Dorippe*).

vacuoles claires et les traînées hyalines sont *dépourvues de membrane* et renferment une série de petits corps colorables (noyaux), arrondis ou légèrement allongés, généralement assez irréguliers de forme, mesurant environ 1 μ; chacun d'eux est entouré d'une couche de protoplasme assez homogène. Il y a, dans une vacuole, un certain nombre de cellules ainsi constituées, isolées ou réunies par deux (schéma 1'). Dans une traînée, on a généralement une disposition en streptocoque (schéma 2'); quelquefois pourtant les cellules sont séparées (schéma 2"). La multiplication scissipare est évidente; le fait qu'on trouve des ensembles de deux cellules dont l'une est nettement plus petite que l'autre (*fig.* 1' et 2") semble indiquer une gemmiparité (cela s'observe surtout sur des Grégarines écrasées vivantes).

» Les corps en fuseau sont des kystes (*fig.* 3'), à membrane épaisse. Leur portion médiane (sur les $\frac{3}{5}$ de la longueur) est légèrement renflée et renferme des corpuscules



nucléés (*fig.* 3") bien individualisés, de 2μ,5 de long, généralement au nombre de 16, disposés sur deux lignes, sauf aux extrémités (*fig.* 3'). Les deux bouts du fuseau sont pleins et ont une affinité spéciale pour les colorants qui en imprègnent d'abord la partie axiale.

» Ces diverses formations ne nous paraissent pouvoir s'interpréter que comme les états successifs d'un organisme parasite de la Grégarine. Le début de l'infection est marqué par une vacuole dans l'entocyte. Le cas où celui-ci offre plusieurs vacuoles isolées correspond soit à une infection répétée, soit à une multiplication endogène de l'élément parasitaire primitif.

» Dans chaque vacuole, la cellule infestante se multiplie à la fois *par scissiparité et par bourgeonnement* (*fig.* 1', 2' et 2") et est le point de départ soit d'un groupe formant une grande vacuole, soit d'une traînée. Le parasite se propage ainsi graduellement dans toute la Grégarine. La formation des kystes doit être rapide et simultanée; elle a lieu quand la Grégarine est complètement envahie, probablement lorsque,

épuisée, elle ne peut plus fournir à un accroissement du parasite. Le détail de la genèse des kystes est difficile à suivre; ils résultent, autant que nous l'avons observé, d'une transformation, *in situ*, de portions de traînées qui s'entourent d'une membrane, augmentent ainsi de réfringence, et renferment d'emblée un certain nombre de cellules. Peut-être celles-ci se divisent-elles transversalement pour former les deux files observées; finalement elles deviennent les éléments figurés en 1'' que nous considérons comme des spores. Des éléments homologues paraissent exister librement en dehors des kystes.

» Les kystes constituent la forme de résistance et de propagation du parasite. Il est probable que la Grégarine finit par se rompre, et les kystes, mis en liberté, peuvent, après dissolution ou rupture de leur membrane sous l'influence du liquide intestinal de l'Annélide, fournir des éléments d'infection à d'autres Grégarines. Cette évolution du kyste peut se produire soit dans l'individu même de *Spio* où il s'est formé, soit, après rejet à l'extérieur, dans un autre individu. L'infection des Grégarines peut être très précoce; nous avons trouvé le parasite à divers états dans des céphalins. Parmi les *Spio* d'Escalgrain, 30 pour 100 au moins présentaient des Grégarines contaminées.

» Nous proposons pour le parasite le nom générique de *Metchnikovella*. L'espèce qui vient d'être étudiée s'appellera *M. Spionis*.

» Nous avons trouvé une autre espèce très voisine dans une Grégarine (*fig.* 4) en T (*G. Anchorina*) du tube digestif d'un Capitellien (*Capitellides Giardi* Mesnil), recueillie également sur la côte de la Hague. *Metchnikovella Capitellides* a des kystes (*fig.* 4') légèrement arqués, quelquefois un peu enflés au milieu de la partie concave, mesurant 50^{μ} sur $3^{\mu}5$ et renfermant environ 32 corpuscules.

» Certains auteurs avaient déjà observé des kystes de *Metchnikovella*, mais sans réussir à les interpréter. Claparède [1] a figuré ceux d'une espèce parasite d'une Grégarine de *Phyllodoce;* il les a considérés comme étant probablement des pseudonavicelles de la Grégarine, formés dans l'entocyte, sans enkystement préalable. Il s'agit sans aucun doute d'une *Metchnikovella*.

» Léger [2] a signalé dans l'entocyte deux Grégarines (*Platycystis* sp. et *Sycia inopinata* Léger), habitant le tube digestif d'un Cirratulien (*Audouinia* sp.), des corpuscules qui sont certainement des kystes de *Metchnikovella;* il a bien noté l'intégrité du noyau des *Sycia*, mais n'ayant vu ni la structure

---

(1) Claparède, *Études sur les Annélides, Turbellariés, Opalines, Grégarines observés dans les Hébrides* (*Mém. Soc. Phys.*, Genève, 1861, p. 159, Pl. IV, *fig.* 8-9).

(2) Léger, *Recherches sur les Grégarines* (*Tablettes zoologiques*, t. III : Poitiers, 1892, p. 87-91, Pl. V, *fig.* 3-8 et 13-16).

des kystes, ni les stades qui précèdent leur formation, il n'en a pas reconnu la véritable nature.

» Nous considérons provisoirement comme spécifiquement distincts les parasites de Grégarines différentes. La forme et les dimensions des kystes, le nombre des spores qu'ils contiennent, paraissent devoir fournir des caractères précis pour séparer les diverses espèces de *Metchnikovella*. D'après les faits précédents, ce doivent être des organismes assez répandus, au moins chez les Grégarines intestinales des Annélides marines.

» La *Metchnikovella* ne nous paraît avoir d'affinités bien précises avec aucun des groupes particuliers d'organismes inférieurs. Peut-être, par sa multiplication à la fois scissipare et gemmipare, par l'apparition brusque de formes de résistance à aspect réfringent, n'est-elle pas sans analogie avec les *Holospora* Hafkine [1], parasites du macro- ou du micronucleus des Infusoires ciliés. Mais, chez cet organisme, il n'y a pas de kystes pluricellulaires; de plus les *Holospora* ne se présentent que rarement en longues traînées [2]. Comme les *Holospora*, les *Metchnikovella* sont donc pour le moment très isolées. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une bactérie pathogène pour le Phylloxera et pour certains Acariens.* Note de M. L. **Dubois**, présentée par M. Ranvier.

« Cet élément microbien a été rencontré dans un mélange de terre et de fumier, laissé en sac depuis plusieurs années, à une profondeur d'environ $0^{m},50$.

» Il détermine, chez certains Hémiptères, une véritable infection, ayant probablement la voie buccale pour porte d'entrée. Les corps des insectes qui ont succombé renferment le microrganisme, qu'il est parfois possible de retrouver à l'examen microscopique et à la culture. Enfin, dans certains sols, il paraît susceptible de conserver sa virulence pendant un très long temps.

» Il se présente sous deux formes : filaments longs de 4μ à 7μ, grêles,

---

(1) Hafkine, *Ann. Inst. Pasteur*, t. IV, 1890, p. 148 et suivantes, Pl. III-IV.

(2) Balbiani (*Journ. de Physiologie de l'homme et des animaux*, t. IV, 1861, p. 509 et suivantes) en a cependant observé.

ondulés, mesurant $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},4$ de large, ou coccus de $0^{\mu},2$ à $0^{\mu},3$, peu mobiles, à zone annulaire nettement différenciée par une teinte plus sombre, entourant une partie centrale plus claire, mais ne présentant jamais de vacuole. Il ne semble pas que ces cocci soient des spores, car, dans certaines cultures, ils constituent la presque totalité des éléments.

» Ces éléments microbiens ne sont que peu ou pas colorables par les méthodes usuelles.

» La technique qui, jusqu'à présent, m'a donné les résultats les moins mauvais est la suivante :

» A 10^{cc} d'une solution de tannin à 25 pour 100, ajouter une solution de sulfate ferreux jusqu'à coloration noire. Chauffer le mélange à 50° et y laisser la lamelle vingt-cinq minutes. Plonger alors la lamelle, sans la laver, quinze minutes, dans une solution de potasse à 1 pour 100. Laver à l'eau. Colorer à chaud, avec solution anilinée sodique de fuchsine. Examiner dans l'eau.

» La coloration est instable et s'obtient difficilement avec les formes en cocci et les vieilles cultures.

» Cette bactérie est anaérobie, du moins avec les milieux de culture habituels. Elle ne se développe bien qu'en l'absence d'oxygène, mais la culture n'est jamais luxuriante. Les limites de température les plus propices à sa végétabilité oscillent entre 20° et 30°.

» Les expériences ont surtout été faites avec le Phylloxera, dont il est actuellement très facile de se procurer des échantillons.

» Avec des racines phylloxérées, j'ai formé 12 lots :

» 1 et 2. Racines placées sur une couche de buvard, et ensemencées avec la bactérie.

» 3 à 10. Racines mises en terre dans des vases à germination et ensemencées avec la bactérie.

» 11 et 12. Racines mises en terre, non ensemencées, destinées à servir de témoins.

» Au bout de deux jours, les insectes de 1 et 2 avaient succombé.

» Après cinq jours, on ne trouvait plus d'insectes vivants dans aucun des vases ensemencés.

» Parfois il a été possible de découvrir la bactérie dans le corps des insectes morts.

» Dans les témoins 11 et 12, au bout de sept jours, on trouvait encore de nombreux insectes vivants.

» La virulence de l'élément microbien paraît varier suivant la constitution chimique du sol et les influences atmosphériques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la détermination du sexe chez le Chanvre.* Note de M. **Molliard**, présentée par M. G. Bonnier (1).

« Les différentes expériences faites jusqu'ici sur le Chanvre pour rechercher si les conditions extérieures peuvent avoir une influence sur la détermination du sexe à partir de la graine, ou si, au contraire, ce sexe est définitivement déterminé une fois la graine constituée, semblent montrer que, quels que soient le terrain, l'exposition, le climat, etc., la proportion des pieds mâles et femelles est sensiblement constante pour un même lot de graines (2); les variations naturelles du milieu semblent donc avoir une action nulle sur la détermination du sexe d'une graine donnée, ou du moins une action se traduisant par une variation, dans le rapport des individus mâles aux individus femelles, qui est de même ordre que les erreurs de statistique.

» Cependant Gasparrini (3) dit que, dans des conditions *extraordinaires*, telles que des semis hâtifs, on peut obtenir des pieds hermaphrodites de Chanvre; il ne dit rien de la nature des graines qui ont donné ces individus hermaphrodites, dont plusieurs tératologistes ont signalé l'existence.

» Il m'a suffi, pour réaliser un ensemble de conditions qui amène la transformation des organes mâles du Chanvre en organes femelles, de semer en pots, dans la serre du laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences, des graines de Chanvre appartenant à un même lot que celles qui m'ont servi à d'autres expériences, faites dans des conditions qui s'éloignaient peu des conditions de culture ordinaire et qui ne m'ont alors donné que des individus parfaitement normaux.

» Un grand nombre des pieds mâles cultivés en pots présentaient des modifications plus ou moins profondes dans les fleurs, modifications consistant essentiellement dans la transformation des étamines en carpelles; j'ai pu observer toutes les transitions entre la fleur mâle et la fleur femelle normales; je n'insisterai pas ici sur les transformations que subit ainsi la

---

(1) Travail du laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Paris, dirigé par M. G. Bonnier.

(2) Voir G. Briosi et G. Tognini, *Intorno alla anatomia della Canapa*. I. *Organi sessuali*. Milano, 1894.

(3) G. Gasparrini, *Ricerche sulla embriogenia della Canapa*. Napoli, 1862.

fleur mâle et qui tendent, au point de vue de la morphologie pure, à faire regarder la fleur du Chanvre comme unisexuée fondamentalement et non par avortement.

» C'est surtout au point de vue physiologique que ces transformations me semblent avoir de l'intérêt. Dans une des expériences que je rapporte, j'ai constaté que, sur 147 graines qui s'étaient développées (160 avaient été mises à germer), 119 avaient donné naissance à des individus à fleurs femelles bien constituées et les 28 autres à des pieds mâles à fleurs toutes plus ou moins transformées; on compte donc ici 425 individus femelles pour 100 individus mâles transformés. Supposons encore que les 13 graines qui n'ont pas germé aient donné des pieds mâles, cela ferait encore 290 pieds femelles pour 100 mâles; or, dans les centaines de statistiques que j'ai faites sur des pieds de Chanvre provenant du même lot de graines et mises à germer dans des conditions normales, statistiques effectuées sur des nombres comparables à ceux dont il vient d'être question, j'ai toujours trouvé, pour 100 individus mâles, de 72 à 164 pieds femelles. Il me paraît donc évident qu'ici, parmi les individus femelles, s'en trouvent provenant de graines qui, dans des conditions normales, auraient donné naissance à des individus mâles. Nous sommes d'ailleurs confirmés dans cette manière de voir par les nombreuses transformations qui nous font observer, sur des pieds comptés comme mâles, des fleurs différant à peine des fleurs femelles. En ne tenant compte que de l'examen morphologique, ces dernières nous apparaissent comme la dernière transformation des fleurs des pieds mâles; en dehors des considérations de statistique, nous assistons donc ici, en quelque sorte, à la transformation d'un sexe dans l'autre, souvent sur un même pied, mais plus nettement encore en considérant l'ensemble des fleurs modifiées.

» A la plupart des très nombreuses expériences entreprises, soit sur des animaux, soit sur des végétaux, pour étudier l'influence du milieu, plus particulièrement de l'aliment, sur la détermination du sexe à partir de l'œuf ou d'un stade embryonnaire quelconque, on peut reprocher qu'il n'est pas tenu compte des individus qui disparaissent au cours des expériences, et que celles-ci nous renseignent mieux sur la résistance de tel ou tel sexe à diverses conditions que sur le problème qu'on s'était posé. L'expérience que je rapporte, et que j'ai reproduite plusieurs fois, échappe à ce grave reproche, car : 1° il est tenu compte de toutes les graines semées; 2° sur un pied, considéré isolément, on assiste à la transformation d'un sexe dans un autre.

» La théorie actuellement dominante, sur les causes de la détermination de tel ou tel sexe, est qu'une nutrition abondante favorise la production d'individus femelles; or, les pieds de Chanvre dont il est question étaient dans de très mauvaises conditions de développement, conditions qu'il me reste à préciser et à isoler par de nouvelles expériences; leur taille dépassait à peine $0^{m},20$; ils étaient très peu ou pas ramifiés et mouraient peu de temps après leur floraison; en admettant que la loi formulée plus haut soit généralement exacte, elle souffre ici une exception très nette : la transformation plus ou moins complète des étamines en carpelles accompagne ici un très faible développement de l'appareil végétatif.

» *En résumé*, les expériences que je viens de rapporter montrent :

» 1° *Que le milieu peut agir sur la détermination du sexe du Chanvre, à partir de la graine;*

» 2° *Que, contrairement à la théorie actuellement admise, la transformation des fleurs mâles en fleurs femelles s'opère, en ce cas, dans des conditions désavantageuses pour le développement de l'appareil végétatif.* »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action des sels minéraux sur la forme et la structure du Lupin.* Note de M. **Dassonville**, présentée par M. Gaston Bonnier (¹).

« J'ai étudié l'action des sels minéraux sur la végétation du Lupin en opérant de la façon que j'ai décrite, dans une Note précédente, au sujet de diverses Graminées; c'est-à-dire que j'ai fait germer des graines, les unes dans l'eau distillée, les autres dans la solution de Knop.

» Ces recherches ont porté sur vingt-cinq graines, dans chaque culture; elles ont donné les résultats suivants :

» 1° Morphologie externe. — A. *Racine.* — Dans les sels, la racine principale, longue de 20^{cm}, est grêle dans ses deux tiers inférieurs; puis elle augmente progressivement, mais sans dépasser 3^{mm} au niveau de l'axe hypocotylé. Les flancs sont garnis de nombreuses radicelles ramifiées, atteignant 5^{cm} de long et irrégulièrement disposées. L'extrémité inférieure est terminée par une coiffe apparente.

» Dans l'eau distillée, la racine atteint au plus 3^{cm} de long. Son diamètre atteint 1^{cm}.

(¹) Travail du laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. G. Bonnier.

Sur deux génératrices opposées sortent des radicelles très courtes (3^{mm}), assez épaisses, concrescentes entre elles et qu'on peut détacher d'un seul bloc, en laissant, sur la racine principale, deux profonds sillons.

» B. *Tiges et feuilles.* — L'axe hypocotylé est trois fois plus long (8^{cm}) dans la solution saline que dans l'eau distillée; les diamètres sont à peu près les mêmes. La tige est courte dans les deux cas; mais, tandis que, dans la solution de Knop, elle donne naissance à des folioles largement étalées (de 12^{mm} en moyenne), longuement pétiolées, à limbe épais et de couleur verte tirant sur le jaune, dans l'eau distillée, les folioles restent ployées suivant leur nervure médiane, ont une surface moindre et ont une couleur vert foncé; le pétiole est relativement court.

» 2° Morphologie interne. — A. *Racine.* — En présence des sels, les dimensions des cellules de la moelle et de l'écorce sont augmentées. Ce fait est surtout accentué pour l'endoderme; en outre, les parois des cellules de cette assise sont très peu lignifiées. Il faut une grande attention pour reconnaître, sur les faces latérales, un point à peine perceptible et que colore le vert d'iode. Dans l'eau distillée, les cellules de l'endoderme sont trois fois moins grandes; leurs faces latérales sont très fortement lignifiées dans toute leur étendue.

» La solution de Knop augmente, en outre, le nombre des fibres péricycliques de la racine; elle les répartit d'une façon régulière, mais elle diminue l'épaississement de chacune d'elles. Toutefois les modifications de l'appareil vasculaire sont les plus importantes :

» Vers l'extrémité de la racine, le bois primaire a deux faisceaux égaux dans chaque culture; mais les parois des vaisseaux sont plus lignifiées dans l'eau distillée et leur lumière est plus faible.

» Dans la solution de Knop, les premières traces de segmentation cellulaire commencent vers le tiers à partir de l'extrémité inférieure de la racine. A ce niveau, l'appareil vasculaire est représenté par les faisceaux primaires auxquels s'adjoignent deux systèmes de vaisseaux dont les origines distinctes exigent quelques mots d'explication. Si l'on examine les coupes prises au tiers inférieur, on voit que les faisceaux ligneux sont garnis sur leurs flancs de larges cellules non segmentées. Plus haut, ces cellules se divisent, lignifient leur paroi et forment ainsi des arcs de métaxylème adossés aux faisceaux primaires.

» C'est au niveau du liber primaire que l'assise génératrice normale commence à donner ses premiers cloisonnements. Cette assise différencie aussitôt son bois à l'intérieur; et, ce bois secondaire venant s'unir aux arcs de métaxylème dont je viens de parler, il se constitue un anneau ligneux complet qui a, comme je viens de le dire, deux origines différentes.

Le cloisonnement de l'assise génératrice s'avance progressivement vers le dos du faisceau primaire. La différenciation définitive de ce méristème se fait très lentement. Aussi voit-on en dehors du métaxylème primaire quelques rares vaisseaux à parois non encore lignifiées, qui sont les vraies formations secondaires.

» Dans l'eau distillée, les larges cellules situées sur le flanc des faisceaux ligneux primaires se segmentent et ne se différencient pas en métaxylème primaire. C'est le développement précoce de l'assise génératrice secondaire qui pourvoit à la formation de l'appareil vasculaire. En effet, le fonctionnement de cette assise commence tout près du sommet. En outre, ce n'est plus au niveau du liber que se produisent ses premiers cloisonnements et qu'elle atteint son maximum d'activité : c'est à droite et à gauche des faisceaux primaires, aux endroits mêmes où les sels déterminent la lignification la plus intense du métaxylème.

» Les faisceaux primaires ne présentent donc plus, sur leurs flancs, du métaxylème, mais du bois secondaire. Dans toute l'étendue de la région moyenne, les arcs de bois secondaire restent éloignés l'un de l'autre au niveau du liber primaire; il ne se forme pas d'anneau ligneux complet.

» A ces différences essentielles il convient d'ajouter que, dans la solution saline, les vaisseaux sont plus nombreux, ont un diamètre plus grand et des parois moins lignifiées.

» B. *Organes aériens.* — Les parties les plus âgées de la tige montrent, dans l'eau distillée, 9 à 12 faisceaux libéro-ligneux répartis régulièrement autour de la moelle. Deux d'entre eux, diamétralement opposés, sont beaucoup plus gros que les autres.

» Dans la solution saline on trouve un anneau continu de bois secondaire; cet anneau est plus épais aux points qui correspondent à ceux où, dans l'eau distillée, on observe les plus gros faisceaux.

» Le liber montre des différences de même ordre.

» Les feuilles présentent dans leurs nervures des différences de même sens que celles observées dans la tige. Les parties purement parenchymateuses ne présentent entre elles que des différences faibles.

» *En résumé*, la présence des sels dissous dans l'eau augmente le nombre et le diamètre des vaisseaux et retarde leur lignification dans tous les organes du Lupin.

» Elle détermine la formation d'un anneau fermé de bois, aussi bien dans la tige que dans la racine; tandis que, dans l'eau distillée, les vaisseaux

sont groupés en faisceaux isolés dont le nombre varie suivant le membre considéré.

» Elle augmente le nombre des fibres péricycliques mais retarde leur sclérification et les répartit en assises régulières.

» Elle diminue la lignification de l'endoderme de la racine et laisse prendre aux cellules de cette assise un développement plus considérable.

» Elle augmente les dimensions des cellules de la moelle et de l'écorce. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de l'avoine.* Note de M. **Olivier de Rawton.** (Extrait.)

« ... Le péricarpe ou pellicule enveloppante du grain d'avoine renferme, au moins, trois corps que l'on peut obtenir à l'état cristallisé; l'un d'eux est le glucoside vanillique qui, oxydé par les moyens ordinaires, donne le givre de la gousse de vanille, dans la proportion de deux millièmes, environ, de l'écorce traitée. Il paraît évident que ce corps constitue le principe stimulant de l'avoine, parce que le grain décortiqué a cessé d'avoir la même influence sur le cheval, et parce que les avoines les mieux cotées, telles que la sorte noire de Bretagne, sont précisément les plus riches en vanille.

» Les maquignons normands ont coutume de substituer à la ration d'avoine, quand le cheval est ce qu'ils appellent *échauffé*, une quantité proportionnelle de racines de chiendent coupées (*triticum repens*); l'effet stimulant est absolument le même. Cependant les doses de principes gras et de matières azotées ont singulièrement diminué, si on les compare à celles de l'avoine. Or, le glucoside vanillique se retrouve dans cette racine, et il est accompagné d'un second glucoside qui, par oxydation, donne naissance à un aldéhyde développant énergiquement la senteur de la rose de Provins. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Composition du Sarrasin.* Note de M. **Balland.**

« La culture du Sarrasin, qui couvrait en France 651 000^{ha} en 1840, occupe encore aujourd'hui à peu près la même surface; mais la production s'est sensiblement accrue, le rendement moyen à l'hectare s'étant élevé de 13^{hlit} à 17^{hlit}. La récolte de 1895 a été de 9900000^{hlit}, soit 6245000 quintaux, le poids moyen de l'hectolitre étant de 63^{kg},09. Nous n'avons pas

d'importations. Les exportations, plus fortes en 1895 que les précédentes années, n'atteignent pas 184000 quintaux.

» Après la Russie, c'est la France qui produit le plus de Sarrasin, puis viennent les États-Unis avec 5 millions et demi d'hectolitres, l'Autriche-Hongrie avec 2 millions et l'Allemagne avec 1 million.

» Les Sarrasins de Bresse, de Bretagne, du Limousin et de Normandie, qui représentent nos principaux centres de production, se tiennent de près par leurs caractères extérieurs et leur valeur alimentaire. La composition chimique offre, en effet, peu d'écarts, puisqu'elle oscille entre les données suivantes :

	Minimum pour 100gr.	Maximum pour 100gr.
Eau	13,00	15,20
Matières azotées	9,44	11,48
» grasses	1,98	2,82
» sucrées et amylacées	58,90	63,35
Cellulose	8,60	10,56
Cendres	1,50	2,46
Acidité	0,044	0,096

» Le poids moyen de 1000 grains, pris en bloc, est compris entre 17gr,80 et 21gr,50; mais les plus gros grains provenant du triage de chaque échantillon ont approximativement le même poids (25gr pour 1000 grains).

» Le grain décortiqué à la main donne 19 à 21 pour 100 d'enveloppe et 79 à 81 pour 100 d'amande. Il y a ainsi deux fois plus d'enveloppes dans le Sarrasin que dans nos Orges indigènes; il y en a presque autant que dans nos Avoines de Bretagne. Ces enveloppes, constituées par un tégument dur et coriace, peu assimilable, donnent à l'analyse :

	Minimum pour 100gr.	Maximum pour 100gr.
Eau	8,50	13,30
Matières azotées	3,18	3,68
» grasses	0,60	0,80
» extractives	37,05	45,22
Cellulose	40,80	44,30
Cendres	1,40	1,80

» L'amande est blanche, presque dépourvue de cellulose et très assimilable; elle offre à l'alimentation les mêmes principes nutritifs que le Blé.

» Le Sarrasin, soit comme culture principale, soit en culture dérobée venant après les céréales, constitue une précieuse ressource pour l'agricul-

teur français. Il l'utilise non seulement pour son bétail mais aussi pour sa nourriture, sous forme de galettes ou de gaufres, lorsque la récolte de froment, comme c'est le cas cette année, lui fait défaut. »

M. G. **Rodier** adresse une Note relative à l'emploi du carbure de calcium contre le blak rot.

Des grappilles encore vertes d'un plant de vin blanc, de Sauternes, atteintes de blak rot, ont été saupoudrées de carbure de calcium, au commencement de septembre. Peu de jours après, on a détaché la couche de chaux laissée par le dégagement de l'acétylène, et l'on a constaté que toutes les spores de blak rot avaient disparu. Les expériences seront reprises à la saison prochaine.

M. **Guillery** adresse une Note relative aux mesures à adopter pour la préservation des nourrices, dans les établissements où l'on reçoit des enfants qui peuvent être atteints de syphilis.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son Doyen, M. *Friedel*, présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Schützenberger :*

En première ligne	M. **Le Bel**.
En deuxième ligne	M. **Ditte**.
En troisième ligne, par ordre alphabétique	M. **A. Colson**. M. **Étard**. M. **Hanriot**. M. **Joly**. M. **Jungfleisch**. M. **Le Chatelier**. M. **G. Lemoine**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

La suite de la discussion est remise à la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 novembre 1897.

Traité des variations du système musculaire de l'homme et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie zoologique, par le Dr A.-F. Le Double, Professeur d'Anatomie à l'École de Médecine de Tours. Avec une préface de M. E.-J. Marey, Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, etc. Paris, C. Reinwald, 1897; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par Camille Jordan, avec la collaboration de M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré. Tome troisième. Année 1897. Fascicule n° 3. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1897.

La face de la Terre, par Ed. Suess, Correspondant de l'Institut de France, etc. Traduit avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction de Emmanuel de Margerie, avec une préface par Marcel Bertrand, de l'Académie des Sciences, etc. Tome Ier. Paris, A. Collin et Cie; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Instruments et méthodes de mesures électriques industrielles, par H. Armagnat. Paris, G. Carré et C. Naud, 1898; 1 vol in-8°. (Présenté par M. A. Cornu.)

L'intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur: Alfred Binet. Directeur adjoint: Victor Henri. N° 1, 5 novembre 1897. Paris, Schleicher frères; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Revue maritime, couronnée par l'Académie française. Octobre 1897. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles. Fondée sous la direction scientifique de P. Schutzenberger. 2e année, n° 1. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Novembre 1897. Paris; 1 fasc. in-8°.

La dentition des ancêtres des Tapirs, par Albert Gaudry. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*. 3e série. Tome XXV.) Paris, 1897; 1 broch. in-8°.

Recherches astronomiques. Système solaire. Système de Sirius. Les canaux de Mars, par DELAUNEY, Lieutenant-Colonel d'Artillerie de la Marine. Rochefort, 1897; 1 broch. in-8°.

Théorie mathématique de la machine à vapeur; action des parois, par M. J. NADAL, Ingénieur au Corps des Mines. (Extrait des *Annales des Mines,* septembre 1897.) Paris, Vicq-Dunod et Cie, 1897; 1 fasc. in-8°.

Transaction of the clinical Society of London. Volume the thirtieth. London, Longmans Green, 1897; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1897.)

Note de M. *A. Leduc*, Compressibilité des gaz, etc.

Page 647, formule (7), *au lieu de* $U = b\pi^2.10$, *lisez* $U = b\pi^2 10^4$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 NOVEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les Léonides;* par M. **J. Janssen**.

« Lundi dernier j'informais l'Académie, ainsi que notre confrère M. Lœwy, que l'apparition des étoiles filantes de novembre, attendue dans la nuit du 13 au 14 novembre, avait à peu près fait défaut. Comme le maximum était annoncé pour 10^h du matin, le 14, je télégraphiai à San Francisco pour demander si l'on y avait observé le phénomène. M. Schæberlé voulut bien m'informer qu'on n'y avait remarqué aucune apparition d'étoiles plus abondante qu'à l'ordinaire.

» La pluie de novembre a donc fait presque complètement défaut cette année et cependant nous approchons du maximum de 1899. Cette constatation a son importance, relativement à la constitution de l'anneau près du maximum de condensation.

» On a vu, par la Note de lundi dernier, que les étoiles filantes venant du Lion avaient une vitesse plus grande et paraissaient d'une couleur plus bleuâtre que les autres.

» Il y a là une indication qu'il sera intéressant de contrôler l'année prochaine, et surtout la suivante, pendant la grande pluie du maximum. La couleur de ces traînées lumineuses est sans doute liée à la vitesse relative des corpuscules, à leur masse et à leur nature minérale. Sous ce rapport, le spectre des traces serait d'un haut intérêt, et il est très important de prendre les dispositions propres à l'obtenir. En général, je voudrais recommander l'étude physique et chimique de ces curieux phénomènes qui sont liés à la constitution encore si peu connue des comètes et qui peuvent nous faire faire de grands progrès dans cette connaissance. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'enregistrement de l'intensité calorifique de la radiation solaire*. Note de M. A. **Crova**.

« Dans de précédentes Communications ([1]), j'ai montré que l'enregistrement de l'intensité calorifique de la radiation solaire permet de tenir compte de ses fluctuations et d'arriver ainsi, par le tracé d'une courbe diurne en une seule station, à des déterminations très approchées de la constante solaire. L'emploi simultané de deux enregistreurs identiques à deux altitudes très différentes peut servir à élucider des questions importantes relatives à l'absorption atmosphérique.

» La méthode photographique que j'avais employée jusqu'ici est très précise; j'ai démontré que deux appareils placés à côté l'un de l'autre donnent identiquement la même courbe si on leur donne même sensibilité, et que, si la sensibilité de l'un est un multiple même considérable de celle de l'autre, il en est de même de toutes les ordonnées correspondantes des deux courbes obtenues. Mais cet instrument est très délicat, long à installer, et difficilement transportable; il ne peut donc servir que dans un observatoire à poste fixe; nous avons pu cependant le faire fonctionner à l'observatoire du mont Ventoux dans d'excellentes conditions ([2]).

([1]) *Comptes rendus,* t. CI, p. 418; t. CII, p. 962; t. CIV, p. 1231. — *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XIV.

([2]) *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 35 et 119. — *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XXI.

» L'enregistrement à de très grandes altitudes permettrait de réduire considérablement l'influence perturbatrice des masses abondantes de vapeurs d'eau et des troubles atmosphériques contenus dans les couches inférieures de l'atmosphère; aussi me suis-je proposé de modifier l'appareil de manière à le rendre très léger, d'une installation facile et rapide, de manière à pouvoir être transporté aux plus grandes altitudes, sans nuire à sa sensibilité et à sa précision.

» Le nouvel actinographe est composé, comme le précédent, d'un actinomètre thermo-électrique monté équatorialement, et d'un enregistreur de l'intensité du courant.

» Un galvanomètre apériodique, dont le cadre mobile est muni d'une aiguille d'aluminium et d'une plume Richard, enregistre sur un cylindre tournant les variations d'intensité du courant de l'actinomètre, non d'une manière continue, mais par des pointages se succédant de minute en minute; son amortissement est réglé de manière que le cadre obéisse sans retard appréciable aux variations diurnes de la radiation à mesurer; un amortissement trop faible pourrait causer des oscillations gênantes.

» Un mouvement d'horlogerie, placé à côté du cylindre enregistreur, porte sur l'axe des secondes un excentrique qui imprime à une bascule très légère un mouvement alternatif d'élévation et de descente; un contrepoids mobile permet de régler à volonté la vitesse de sa chute; pendant celle-ci, un fil fin en maillechort, tendu horizontalement, applique un instant la pointe de la plume sur le papier enroulé sur le cylindre; des vis de réglage permettent de rendre aussi déliés qu'on le désire les points tracés sur le papier. Tout l'appareil est solidement fixé dans une boîte légère munie d'une glace qui permet de suivre le tracé de la courbe. Pour le transport, des arrêts convenables fixent solidement le cadre mobile, l'aiguille et le cylindre tournant.

» L'appareil, après avoir fonctionné à Montpellier, a été porté et mis en observation par M. le professeur Hansky à l'observatoire de Meudon, puis, pendant les mois d'août et septembre dernier, sur divers points du massif du mont Blanc, et en dernier lieu, à son sommet, à l'observatoire de M. Janssen; il a supporté tous ces transports sans subir aucune avarie, et a pu être mis en observation en quelques minutes; il se différencie des autres galvanomètres enregistreurs par une adaptation spéciale de toutes ses parties aux nécessités de réglage de sa sensibilité, et de la sûreté et de la facilité de transport et de mise en marche.

» En circuit ouvert, il trace des lignes droites (zéro) d'une rectitude

parfaite; en circuit fermé sur un élément thermo-électrique dont les deux soudures sont plongées dans des masses liquides portées à des températures différentes, il donne des courbes de refroidissement d'une régularité remarquable, et le rapport des ordonnées comparé à celui des différences thermométriques des soudures n'en diffère au plus que de cinq millièmes de la quantité à mesurer.

» Le champ magnétique est constant dans toute l'étendue de l'angle de 30° dans lequel se meut le cadre; au moyen de Tables spéciales on convertit les ordonnées rectilignes de la courbe en ordonnées circulaires d'un rayon de 15^{cm}.

» La pile actinométrique a été modifiée de manière à lui permettre de donner un courant suffisamment intense, tout en lui conservant une valeur en eau très faible; il est de plus nécessaire que la différence thermométrique de ses deux faces ne dépasse pas 2° ou 3°, conditions dans lesquelles la loi du refroidissement de Newton est applicable. Un ruban de sept éléments fer-constantan, de 1^{mm} de largeur et de $0^{mm},1$ d'épaisseur, est enroulé sur un cadre très léger, de manière à assurer la libre circulation de l'air dans tous les sens, et à éviter les localisations de chaleur aux points d'appui; un double écran en aluminium très mince est intercalé entre les deux bases. La pile est enfermée dans le tube métallique de mon premier actinographe, muni antérieurement de la chambre à diaphragmes parallèles qui s'oppose à l'introduction des courants d'air dans la chambre de la pile.

» On règle la sensibilité de l'appareil au moyen d'une fente variable formée de deux lames minces d'aluminium, qui coupe à angle droit les éléments, au centre même des soudures, et qui est placée immédiatement en arrière du dernier diaphragme; ce réglage est important, car, selon les altitudes, l'intensité maxima peut ne pas dépasser $1^{Cal},6$ au niveau du sol, ou 2^{Cal} au sommet du mont Blanc, et il est utile que l'ordonnée maxima soit aussi grande que possible, sans dépasser les dimensions de la feuille.

» Les deux appareils sont contenus dans deux boîtes faciles à transporter; celle de l'enregistreur ne pèse que $6^{kg},5$ et celle de l'actinomètre est encore plus légère; un double câble bien isolé permet de faire communiquer la pile portée sur son mouvement équatorial avec l'enregistreur placé à l'abri.

» L'étalonnage de l'appareil se fait pendant le tracé de la courbe. Avant le lever du Soleil, l'appareil enregistre son zéro qui est une droite; pendant le tracé de la courbe, on fait des observations avec un actinomètre à lecture directe, et, au commencement de la minute d'exposition au Soleil,

on rompt le circuit; l'aiguille trace ainsi son zéro pendant quelques minutes; le circuit est alors rétabli et l'enregistrement de la courbe continue; l'actinomètre donne l'intensité calorifique, et l'ordonnée de rupture de la courbe donne, après rectification de sa courbure, le nombre de millimètres correspondant à l'intensité observée.

» Le constantan étant un alliage de composition variable, et sujet à modifications moléculaires, l'étalonnage doit être fait pendant le tracé même de la courbe; les observations, souvent répétées, servent de contrôle à l'actinographe qui sert d'appareil d'interpolation et enregistre les maxima si importants à saisir.

» Il est utile de déterminer à diverses époques les constantes de l'appareil. Pour celui qui nous a servi la force électromotrice d'un élément est de 63,4 microvolts par élément et par degré de différence thermométrique des deux soudures; la résistance du galvanomètre est de 50,4 ohms; celle du circuit et de la pile 2,7 ohms; une déviation d'un degré du galvanomètre correspond à 1,6 microampères. On voit que 2°,2 de différence thermométrique des deux faces de la pile suffisent à donner une déviation de 30°, correspondant à 80^{mm}, ordonnée maxima de la feuille.

» Après de nombreux essais, l'appareil a été mis en observation par M. Hansky sur divers points du massif du mont Blanc et y a fonctionné dans de bonnes conditions. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Em. Vial adresse une Note sur la dissymétrie et son rôle dans la nature.

(Commissaires : MM. Friedel, Duclaux.)

M. Chantron adresse un complément à sa Communication précédente sur les parachutes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Opuscule de M. *d'Ocagne*, intitulé : « Karl Weierstrass » (Extrait de la *Revue des questions scientifiques*, octobre 1897) ;

2° Un Opuscule de M. *J. Charbonnel*, intitulé : « La loi du trapèze ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines questions se rattachant au problème de Dirichlet*. Note de M. **A. Liapounoff**, présentée par M. Émile Picard.

« Pour traiter le problème de Dirichlet, on a proposé beaucoup de méthodes qui font voir la possibilité de ce problème dans des cas très étendus. Mais, si je ne me trompe pas, on n'a pas encore essayé d'en déduire la démonstration de la possibilité du problème fondamental de l'Électrostatique qui a une connexion intime avec un cas particulier du problème de Dirichlet. Je parle du problème de la distribution de l'électricité à la surface d'un conducteur soustrait à toute influence extérieure.

» Soient S une surface fermée et D l'espace extérieur à cette surface.

» Le problème de Dirichlet pour le domaine D consiste, comme on sait, dans la recherche d'une fonction V des coordonnées rectangulaires x, y, z d'un point P du domaine D, uniforme et continue, ainsi que ses dérivées, satisfaisant à l'équation de Laplace, s'annulant à l'infini et se réduisant, sur la surface S, à une fonction donnée f.

» C'est le problème général (en ce qui concerne l'espace extérieur à S), et si l'on se restreint à la supposition que la fonction donnée f se réduise à une constante, on se trouvera en présence de ce cas particulier, d'où dépend la solution du problème électrostatique en question. Mais, en abordant ce dernier problème, on se heurte à cette difficulté qu'on est obligé alors de considérer les valeurs, sur la surface S, des dérivées de la fonction V, lesquelles valeurs peuvent toutefois ne pas être finies et déterminées.

» En désignant par n la direction de la normale au point quelconque p de la surface S, considérons l'expression

$$\frac{\partial V}{\partial x}\cos(n, x) + \frac{\partial V}{\partial y}\cos(n, y) + \frac{\partial V}{\partial z}\cos(n, z),$$

pour un point P situé sur la normale n, et supposons que ce point, en restant toujours sur cette normale, se rapproche indéfiniment vers le point p. Alors, si l'expression ci-dessus tend vers une limite, cette limite représentera ce que nous appellerons la *dérivée normale* de la fonction V au point p.

» Comme on le sait, la densité d'une couche électrique en équilibre sur S ne diffère de cette dérivée que par un facteur constant. Donc, le problème dont il s'agit se ramène à la recherche de cette dérivée, et cette recherche ne me paraît pas avoir été faite à quelque condition que ce soit (1).

» J'ai donc cru utile de faire l'étude de cette question et, en partant des méthodes de M. Neumann, je suis parvenu à la résoudre dans les suppositions suivantes :

» 1° La surface S est convexe en tous ses points;

» 2° En tout point de cette surface il existe un plan tangent déterminé;

» 3° γ étant l'angle que fait la normale au point quelconque p de S avec celle d'un autre point p' de cette surface et Δ la distance mutuelle de ces deux points, on peut assigner deux nombres positifs A et α indépendants du choix des points p, p' et tels qu'on ait

$$\gamma < A\Delta^{\alpha},$$

quelles que soient les positions de ces points.

» Dans ces suppositions j'ai démontré rigoureusement la possibilité du problème de la distribution électrostatique à la surface S.

» Mais j'ai considéré aussi le cas général du problème de Dirichlet (tant pour l'espace extérieur à S que pour l'espace intérieur) et j'ai recherché les conditions pour qu'il existe la dérivée normale de la fonction V pour tous les points de S.

» En traitant cette question, je me suis fondé sur les résultats que j'ai publiés à l'égard du potentiel de la double couche (*Comptes rendus*, 8 novembre 1897). Par suite, outre les suppositions précédentes, j'ai dû faire encore les suivantes :

» 1° En tout point de S les sections normales de cette surface ont toutes des courbures finies et déterminées;

---

(1) Je me permets de rappeler ici la belle étude sur la distribution de l'électricité faite par un géomètre d'un rare mérite, M. Gustave Robin, dont la Science déplore la perte toute récente, étude qui a peut-être échappé à M. Liapounoff (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1834). (*Note de M. Émile Picard.*)

» 2° Le rapport de l'angle de contingence à l'arc tend vers sa limite, courbure *uniformément* pour toutes les sections normales au point considéré ([1]).

» Dans ces conditions, je considère l'intégrale

$$W = \int \frac{f \cos\varphi \, ds}{r^2},$$

étendue à tous les éléments ds de S, r étant la distance du point p de l'élément ds au point quelconque P du domaine considéré et φ l'angle que fait la normale intérieure à S au point p avec la direction pP.

» Je suppose que la fonction f, à laquelle se réduit V sur la surface S, soit continue. Alors le résultat que j'ai obtenu pourra être énoncé ainsi :

» *Toutes les fois que la fonction* W *admet la dérivée normale continue sur la surface* S, *la fonction* V *sera dans le même cas.*

» En rapprochant ce résultat de ce que j'ai montré dans mes Notes sur le potentiel de la double couche, on arrivera aux conditions assez générales pour l'existence de la dérivée normale de la fonction V sur S; et de là on pourra déduire, pour des cas assez étendus, la possibilité de représenter la fonction V par la formule connue contenant la fonction de Green.

» Je remarquerai que presqu'en même temps le problème de la distribution électrostatique fut repris aussi par M. Steckloff et qu'il est parvenu à démontrer la possibilité de ce problème, sous certaines conditions, par une méthode toute différente. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes complètement orthogonaux dans un espace quelconque.* Note de M. **G. Ricci**, présentée par M. Darboux.

« Dans un Mémoire que j'ai inséré, il y a dix ans, dans les *Annali di Matematica* ([2]), j'ai résolu le problème suivant :

» *Si l'on désigne par* $x_1, x_2, \ldots, x_n$ *des coordonnées tout à fait générales d'un espace donné de nature quelconque, et si une équation*

$$A_1 \frac{df}{dx_1} + A_2 \frac{df}{dx_2} + \ldots + A_n \frac{df}{dx_n} = 0$$

([1]) Par une inadvertance, cette seconde condition ne se trouve pas dans l'énoncé des théorèmes que j'ai publiés dans mes Notes sur le potentiel. Mais elle est indispensable pour que ma démonstration de ces théorèmes soit rigoureuse.

([2]) 2e série, t. XV, p. 125.

est aussi donnée, déterminer les conditions nécessaires et suffisantes pour l'existence de $n-1$ *intégraux* $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_{n-1}$, *tels que les surfaces*

$$\rho_1 = c_1, \qquad \rho_2 = c_2, \qquad \ldots, \qquad \rho_{n-1} = c_{n-1}$$

soient orthogonales entre elles deux à deux dans l'espace donné.

» J'ai démontré, entre autres choses, que les conditions dont il s'agit sont représentées par trois systèmes d'équations du deuxième ordre relativement aux coefficients $A_1, A_2, \ldots, A_{n-1}$, qui en comprennent respectivement

$$\frac{n(n-1)}{2}, \qquad \frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{6}, \qquad \frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{3},$$

et dont le dernier est identique, si l'espace donné est euclidien.

» Dans un autre Mémoire, publié récemment parmi ceux de l'*Académie Royale des Lincei* (1), je suis revenu sur la solution du même problème pour la mettre en rapport avec la théorie générale des systèmes de lignes tracées dans un espace quelconque. Ce problème comprend, comme cas particulier, celui des systèmes complètement orthogonaux dans un espace euclidien à n dimensions, qui forme l'objet d'une Note remarquable publiée par M. Drach dans les *Comptes rendus* du 27 octobre, et c'est à cause de cela que je me permets de rappeler l'attention de l'Académie sur les Mémoires et sur les résultats que je viens de citer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des groupes infinis de transformation et l'intégration des équations aux dérivées partielles.* Note de M. **Jules Beudon**, présentée par M. Darboux.

« M. Darboux a donné autrefois une méthode générale d'intégration des équations aux dérivées partielles, et, tout récemment, M. Delassus (2), faisant usage d'un résultat que j'avais eu l'honneur de présenter à l'Académie (3), a donné une exposition détaillée de cette méthode. Je me pro-

(1) 5e série : *Memorie della Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali*, vol. II. Seduta del 6 Giugno; 1896.

(2) Delassus, *Sur les transformations et l'intégration des systèmes différentiels* (*Annales de l'École Normale*, 1897).

(3) Beudon, *Sur certains systèmes d'équations aux dérivées partielles* (*Comptes rendus*, février 1895).

pose d'indiquer une classe d'équations auxquelles la méthode de M. Darboux est applicable, en faisant usage de systèmes plus généraux dont j'ai indiqué ici même les propriétés fondamentales (1).

» M. Drach, dans une Note récente, a montré qu'on pouvait toujours ramener un système différentiel quelconque à être du second ordre et à ne contenir qu'une seule fonction inconnue; je me bornerai donc à ce cas.

» Soit une équation aux dérivées partielles du second ordre

$$f = 0,$$

à trois variables indépendantes; supposons qu'elle admette un groupe infini de transformations G, dont la transformation infinitésimale générale renferme une fonction arbitraire de deux arguments et une fonction arbitraire d'un seul argument; supposons, en outre, que le groupe G possède un sous-groupe g_1 dépendant d'une fonction arbitraire de deux arguments, et que g_1 renferme un sous-groupe g_2 dépendant de deux fonctions arbitraires d'un argument.

» Je dis que, dans ces conditions, on peut intégrer l'équation proposée par des équations différentielles ordinaires.

» Soient, en effet, α, β, γ, δ quatre invariants différentiels quelconques du groupe G; si l'on écrit

$$\varphi(\alpha, \beta, \gamma, \delta) = 0,$$

on pourra déterminer la fonction φ de manière que

$$f = 0 \qquad \text{et} \qquad \varphi = 0$$

aient une solution commune; à cause du degré de généralité de G, le système précédent sera complètement intégrable, et φ sera donnée par des équations linéaires du premier ordre.

» Si α_1, β_1, γ_1, δ_1 sont quatre invariants différentiels de g_1, on pourra déterminer de la même manière la fonction $\psi(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1)$ de sorte que le système

$$f = 0, \qquad \varphi = 0, \qquad \psi = 0$$

soit complètement intégrable, ψ étant déterminé par des équations linéaires et du premier ordre.

(1) BEUDON, *Extension de la méthode de Cauchy*, etc. (*Comptes rendus*, décembre 1896).

» Enfin, α_2, β_2, γ_2, δ_2 étant quatre invariants différentiels du groupe g_2, on déterminera $\lambda(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2, \delta_2)$ de façon que

$$(1) \qquad f=0, \qquad \varphi=0, \qquad \psi=0, \qquad \lambda=0$$

soit complètement intégrable.

» Mais ce dernier système a des caractéristiques linéaires dépendant d'un nombre fini de paramètres, et j'ai indiqué comment on les déterminait (¹).

» Donc, si l'on se donne une multiplicité initiale M_2^1 non singulière (²), il y aura une surface intégrale de f passant par cette multiplicité, et les arbitraires qui figurent dans φ, ψ, λ seront complètement fixées.

» On n'aura plus qu'à faire passer par chaque élément de cette multiplicité (ou de la multiplicité *prolongée* s'il est nécessaire) une caractéristique du système (1), pour avoir cette intégrale.

» Il me reste à montrer qu'il y a des groupes répondant à la question : on vérifiera aisément que le groupe infini

$$\alpha(x, z)\frac{\partial f}{\partial y} + U(u)\frac{\partial f}{\partial u},$$

qui admet comme sous-groupe

$$\alpha(x, z)\frac{\partial f}{\partial y},$$

qui, lui-même, admet comme sous-groupe

$$[X(x) + Z(z)]\frac{\partial f}{\partial y},$$

a des invariants différentiels du second ordre.

» On étendrait sans difficulté les considérations précédentes au cas d'un nombre quelconque de variables et d'équations. »

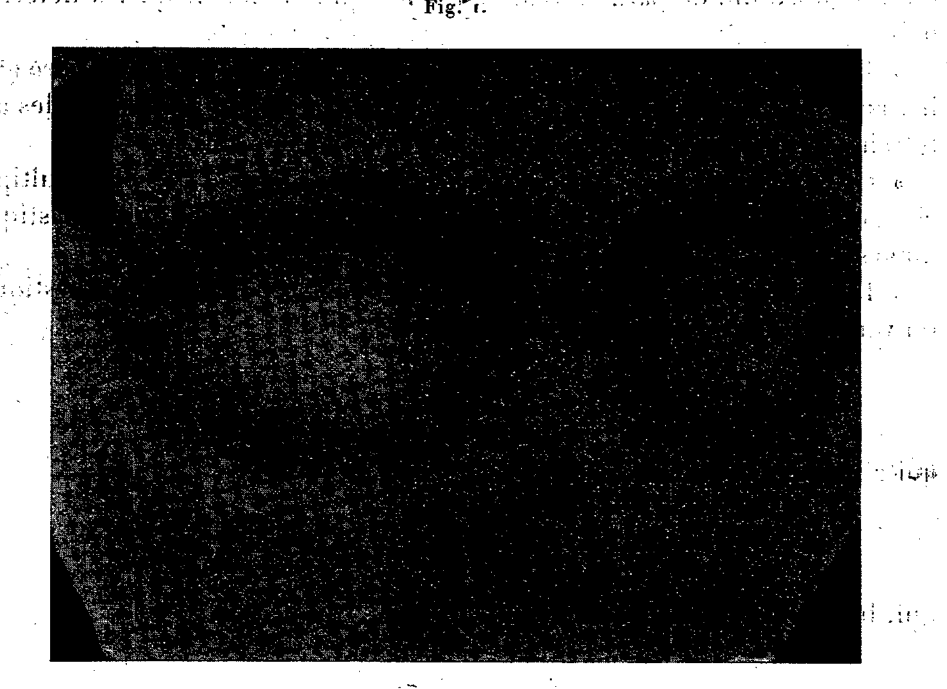
(¹) Beudon, *Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles*, etc. (*Annales de l'École Normale supérieure*; 1896).

(²) Beudon, *Sur les caractéristiques des équations aux dérivées partielles* (*Bulletin de la Société mathématique de France*; 1897).

PHYSIQUE. — *Sur un mode d'enregistrement photographique des effluves thermiques.* Note de M. A. GUÉBHARD (1), présentée par M. Lippmann.

« Au cours d'une récente étude expérimentale (2) sur les curieux phénomènes de ségrégation moléculaire observables dans les liquides troubles,

Fig. 1.



Effluves de deux pôles chauds obtenus en appliquant pendant douze minutes. sur la face verre d'une plaque posée sur des fragments de glace épaisse de 8^{mm}, dans un bain de 100^{cc} au diamidophénol : à droite un doigt humain (médius de la main gauche); à gauche un boyau de caoutchouc mince gonflé d'eau chaude, l'un et l'autre appuyés sur les rebords opposés de la cuvette de verre. (Portion de cliché 9×12 réduite de $\frac{1}{11}$.)

en général, et, plus particulièrement, dans les bains de développement photographique, même filtrés, abandonnés au repos, phénomènes qui, représentant les dernières vibrations tourbillonnaires dans lesquelles s'éteint le mouvement de masse du liquide, sont enregistrés par le gélatino-

(1) Cette Note a été communiquée à l'Académie dans sa séance du 15 novembre 1897.

(2) *Société française de Physique*, 18 juin et 16 juillet 1897.

bromure indépendamment de toutes autres actions antécédentes ou concomitantes, j'avais été amené à observer que, si l'on peut imiter avec un corps inerte quelconque, analogue de forme et de consistance au doigt humain, toutes les apparences qualifiées par certains auteurs de *photographies d'effluves humains,* l'on ne peut cependant arriver à une identique intensité d'impression photographique, si l'on n'imite également les conditions thermiques de la chaleur animale. L'importante action de la chaleur obscure étant, par là, mise en évidence, j'ai cherché à en préciser le rôle et à en étudier les particularités.

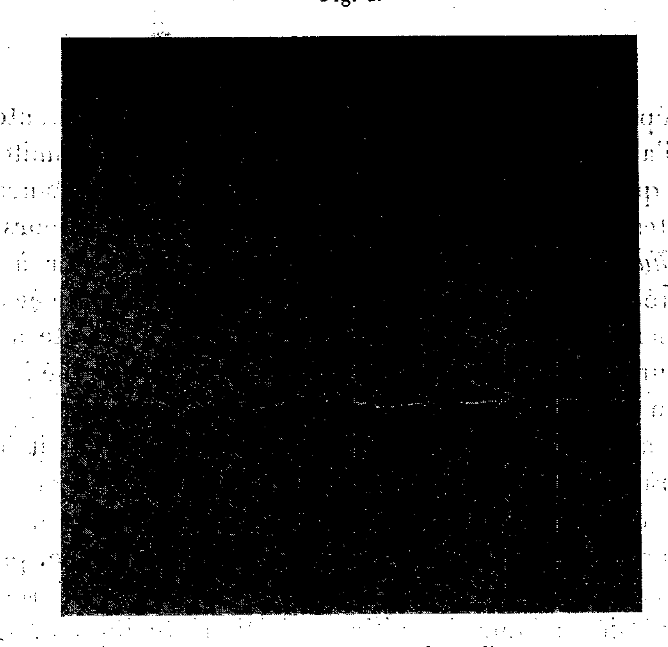
» Était-ce au gélatino-bromure ou au liquide qu'il fallait imputer les magnifiques radiations observées autour des *pôles thermiques* (¹) appliqués soit directement sur la couche sensible, en position ordinaire, soit, plutôt, sur la face verre, seule émergente, de la plaque retournée, procédé qui donne, surtout avec des épaisseurs de bain de 7^{mm} à 8^{mm}, des résultats bien plus souvent indépendants des ultimes girations du liquide? La réponse semblait préjugée par ce fait que rien de semblable ne se révèle jamais sur le gélatino-bromure s'il n'a reçu préalablement, ou ne recèle à l'état latent le minimum de *voile* indispensable à un commencement de réduction dans le bain employé. Aucun doute ne peut subsister, quand on constate qu'une plaque soumise à sec, sur l'une ou l'autre face, à l'action, même prolongée, de pôles thermiques, et, aussitôt ou après refroidissement, développée dans un bain, soit agité, soit au repos, ne montre jamais rien de spécial que, tout au plus, la marque parfaitement délimitée de la portion de gélatine touchée, sans aucune de ces apparences d'*effluves* que représentent les figures ci-contre.

» Les trois premières montrent l'action réciproque de pôles de même nom ou de noms contraires. Dans tous les cas, l'ensemble des lignes de flux correspond sensiblement à l'un des systèmes orthogonaux du réseau isotherme que donnerait le calcul de l'équation Δ pour les valeurs de pôles correspondantes.

» La même chose se vérifie pour la *fig.* 4. Mais celle-ci forme, avec la *fig.* 5, un ensemble sur lequel il importe d'insister. Elles ont été

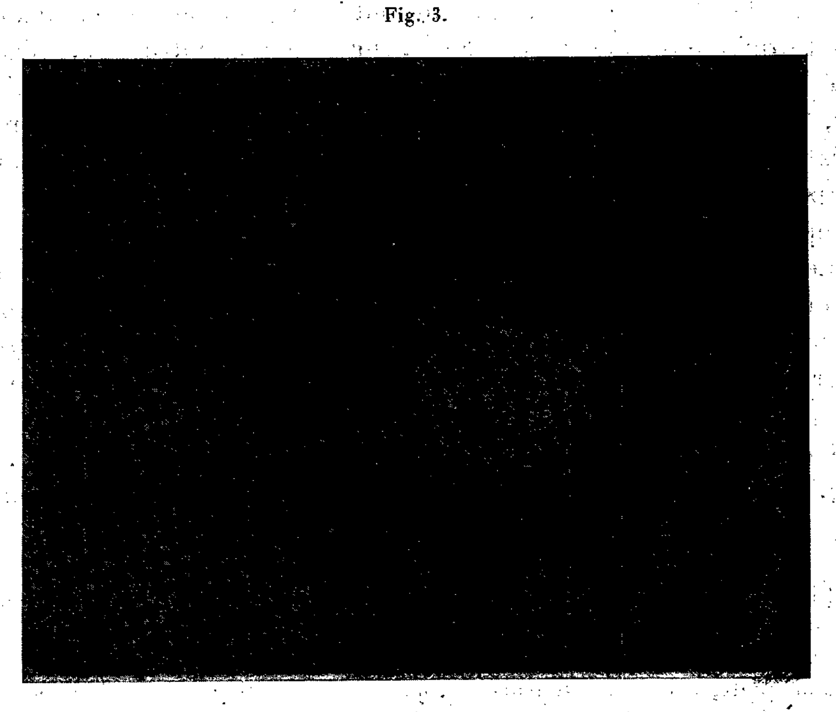
(¹) Éloigné des ressources d'un laboratoire urbain, je remplissais d'eau chaude ou froide de petits cylindres de fer-blanc (fermoirs d'étuis à thermomètres Tonnelot), de 15^{mm} de diamètre, 8^{cm} de hauteur, et environ 10^{cc} de capacité, enveloppés d'une épaisse moquette isolante, et fournissant, malgré la condition défavorable de l'inégale répartition des densités liquides sous l'influence de la chaleur, un contact thermique assez sûr et constant par leur base métallique fermée.

Fig. 2.



Effluves de deux pôles froids obtenus en appliquant pendant dix minutes, sur la face verre d'une plaque retournée sur deux cylindres de verre de 7^{mm} de diamètre, la base de deux tubes fermés en fer-blanc de 15^{mm} de diamètre remplis de glace pilée. (Portion de cliché 9×12 en grandeur naturelle.)

Fig. 3.



Effluves de deux pôles de noms contraires, et d'inégale intensité, l'un à 46° au début, 26° à la fin, l'autre à 0° tout le temps, le bain étant à 15°.

Fig. 4.

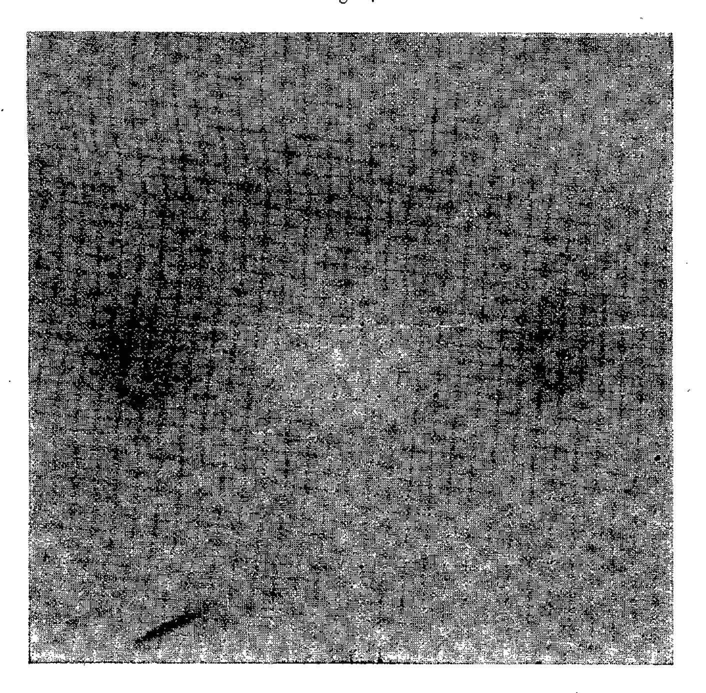
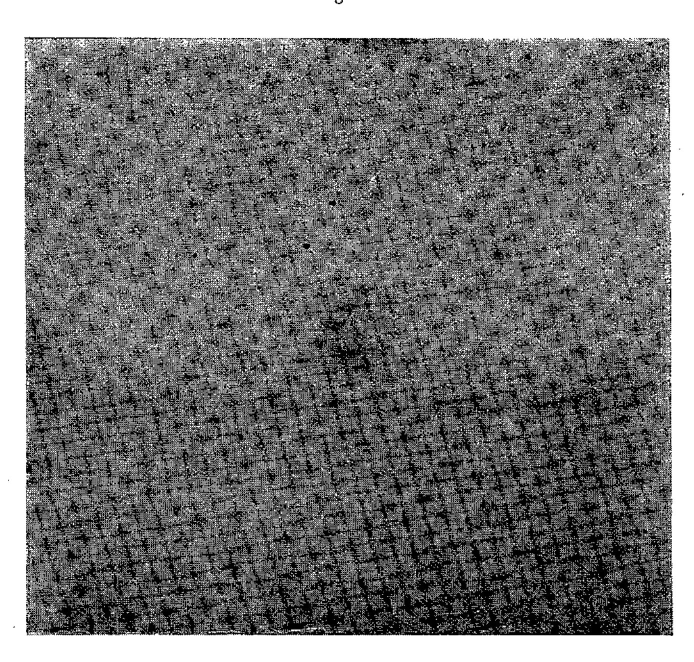


Fig. 5.



Interversion polaire produite sur une plaque mise, face en haut, à 3^{mm} en dessous d'une autre, soumise, par sa face verre émergente, à l'action d'un pôle chaud (50° au début, 22° à la fin) entre deux pôles froids (0° au début, 5° et 6° à la fin). (Portions de clichés 9 × 12 légèrement réduites.

obtenues, en effet, simultanément, sur deux plaques mises face à face dans le même bain, séparées par des lames de verre de 3^{mm}, et la supérieure portant, sur sa face verre émergée, un pôle chaud entre deux autres froids.

» On remarquera qu'il y a une inversion complète de l'image des pôles sur la plaque inférieure, où une tache sombre correspond au disque lumineux du pôle chaud, et des taches claires aux deux centres noirs de rayons froids. Le fait n'est pas de hasard, mais bien constant, du moins dans les limites de $1^{mm},5$ à 8^{mm}, où j'ai opéré. Mieux que cela, si l'on forme une *pile de glaces* composée soit de deux couples semblables au précédent, simplement posés l'un sur l'autre, les deux glaces moyennes se touchant dos à dos, soit de glaces toutes équidistantes et face en haut, sauf la supérieure retournée, on retrouvera sur toutes les inférieures les mêmes polarités inversées que sur la seconde, de signes contraires à la première. D'autre part, si deux glaces, face en bas, superposées à une troisième face en haut, sont espacées à 3^{mm}, la dernière seule présente des pôles de couleur inverse aux deux autres.

» Curieuse analogie des actions à distance caloriques et électriques, de laquelle il convient de rapprocher la différence d'aspect absolument constante et caractéristique des deux pôles chaud et froid, le premier, disque lumineux estompé, sensiblement correspondant à la forme du contact calorique; l'autre réduit soit à un point, soit à une ligne diamétrale dirigée vers le pôle chaud et d'où partent les *rayons de froid*, toujours plus visibles que les autres, en noir, sur les épreuves forcément voilées.

» Mais la prépondérance des mouvements vibratoires et des interférences d'ondes à l'intérieur du bain est attestée non seulement par cette stratification rayonnante du liquide hétérogène en bandes alternativement actives et inactives, dessinant presque mathématiquement des lignes de flux, mais encore par la présence fréquente, autour des pôles de chaleur, et quelquefois même des autres, de zones auréolées, positives et négatives, semblant se rattacher au système orthogonal isotherme. Enfin l'intervention de la pesanteur est peut-être pour quelque chose aussi dans cette diversité d'action révélatrice ([1]) qui fait naître, sur une même verticale, des pôles inverses.

» La question est loin d'être épuisée. Mais il m'a semblé utile d'en signaler l'importance, alors même que rien ne doive paraître moins surpre-

---

([1]) Toutes les figures reproduites ont été obtenues avec un bain normal affaibli de diamidophénol.

nant *a posteriori* que cette remarquable influence régulatrice des vibrations thermiques sur un phénomène moléculaire qui, dû à un arrêt de mouvement, c'est-à-dire à une disparition d'énergie mécanique, ne pouvait faire autrement que d'équivaloir, en fin de compte, à un phénomène thermique lui-même. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la température sur le pouvoir rotatoire des liquides*. Note de M. **Ph.-A. Guye** et de Mlle **E. Aston**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication ([1]), nous avons publié les résultats de recherches sur les variations du pouvoir rotatoire produites par l'action de la chaleur, et nous avons montré que l'on connaît actuellement une cinquantaine de liquides actifs dont le pouvoir rotatoire diminue avec une élévation de température.

» Si nous rapprochons nos résultats de ceux qui avaient été obtenus antérieurement par M. Gernez ([2]) et par M. do Amaral et l'un de nous ([3]), au cours de travaux sur le pouvoir rotatoire des vapeurs, nous croyons pouvoir formuler les conclusions suivantes :

» 1° *En général, et dans les limites des expériences actuelles, le pouvoir rotatoire spécifique d'un fluide actif diminue progressivement sous l'influence d'une élévation de température, sans variation brusque, lorsque le fluide passe de l'état liquide à l'état de vapeur.*

» 2° *Le pouvoir rotatoire d'un fluide actif ne paraît pas se rapprocher d'une limite lorsqu'on soumet ce fluide à des températures de plus en plus élevées.*

» Ces conclusions, qui ne font d'ailleurs que confirmer les observations faites avant nous, souffrent cependant plusieurs exceptions que nos recherches nous ont permis de constater et d'étudier d'une façon un peu

---

([1]) Guye et Aston, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 194.

([2]) Gernez, *Ann. Sc. Éc. Norm. sup.*, t. I, p. 137.

([3]) Guye et do Amaral, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 345. Voir aussi le Mémoire détaillé : *Arch. Sc. phys. nat. Genève* (3e série), t. XXXIII, p. 409 et 513. Les pouvoirs rotatoires cités dans la présente Note sont rapportés à la raie D, au moyen du facteur 1,124 (*loc. cit.*, p. 526).

approfondie. Le cas le plus intéressant, jusqu'à présent, nous paraît être l'alcool amylique qui a donné lieu aux remarques suivantes :

» *Alcool amylique primaire*. — Nous transcrivons deux séries de mesures de pouvoir rotatoire effectuées sur deux échantillons d'alcool actif provenant de la maison G. Claudon :

Premier échantillon.	Deuxième échantillon.
$[\alpha]_D = -4,52$ à 16° (G. Am.) (liq.)	$[\alpha]_D = -4,55$ à 16° (G. As.) (liq.)
$= -4,12$ à 76° (G. Am.) (liq.)	$= -4,20$ à 88° (G. As.) (liq.)
$= -4,10$ à 99° (G. As.) (liq.)	$= -4,51$ à 108° (G. As.) (liq.)
$= -5,4$ (¹) entre 148° et 176° (G. Am.) (vap.)	

» En opposition avec les conclusions générales ci-dessus, le pouvoir rotatoire de l'alcool amylique décroît, lorsque la température s'élève, pour reprendre des valeurs croissantes, dans le voisinage du point d'ébullition, valeurs qui sont encore dépassées lorsque ce corps se trouve à l'état de vapeur.

» Cette anomalie ne nous paraît néanmoins qu'apparente, car elle peut recevoir une interprétation très simple si on la rapproche des deux faits suivants : 1° d'après sa densité de vapeur, l'alcool amylique, réduit en vapeur, est formé essentiellement de molécules simples $C^5H^{12}O$; 2° d'après les mesures d'ascension capillaire de MM. Ramsay et Shields, l'alcool amylique liquide est constitué par un mélange de molécules simples $C^5H^{12}O$ et de molécules complexes $(C^5H^{12}O)^n$, la proportion de ces dernières diminuant lorsque la température s'élève.

» Il suffit dès lors d'admettre que les molécules simples $C^5H^{12}O$ ont un pouvoir rotatoire plus fort, en valeur absolue, que les molécules complexes $(C^5H^{12}O)^n$, pour se faire une idée simple des résultats que nous avons obtenus : à l'état liquide, et aux basses températures, la dépolymérisation étant faible, ainsi que cela résulte des expériences de MM. Ramsay et Shields [2], le phénomène est normal; le pouvoir rotatoire diminue. Lorsqu'on se rapproche du point d'ébullition, la dépolymérisation augmente rapidement, pour devenir totale lorsque le corps passe à l'état de vapeur; le pouvoir rotatoire augmente.

(¹) Moyennes de quatre déterminations ramenées à la raie D, et comprises entre les limites extrêmes —5,1 et —5,7 (voir *Archives, loc. cit.*, p. 526).

(²) Ramsay et Shields, *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. XII, p. 498. Ces deux savants ont trouvé pour valeurs du coefficient d'association de l'alcool isoamylique, corps très voisin de l'isomère actif : 1,97 entre 16° et 46°, 1,69 entre 46° et 76°.

» Si cette interprétation est plausible, toute cause ayant pour effet de dissocier les molécules complexes en molécules simples devra en même temps faire augmenter le pouvoir rotatoire; toute cause contraire produira l'effet inverse. Les expériences suivantes démontrent qu'il en est bien ainsi.

» *a*. En se dissolvant dans l'eau, l'alcool amylique se dépolymérise, comme tous les alcools; on le démontre en cryoscopie. Les valeurs de $[\alpha]_D$, déduites d'observations effectuées sur des solutions aqueuses, devront donc être voisines de celle trouvée pour l'alcool amylique en vapeur, soit $-5,4$. Dans les limites d'erreurs dues à l'action des dissolvants, c'est ce que nous avons constaté :

Alcool dans 50^{cm^3} sol. aqueuse.	$[\alpha]_D$ pour $L = 6^{dm}$.	$[\alpha]_D$.	
$0^{gr},2910$	$-0,18$	$-5,1$	à 18°.
$0^{gr},2935$	$-0,178$	$-5,1$	

» *b*. En solution benzénique, l'alcool amylique est nettement polymérisé; nous nous en sommes d'ailleurs assuré par les déterminations cryoscopiques suivantes :

Concentrations..............	3,1 p. 100.	5,5 p. 100.	8,0 p. 100.	8,9 p. 100.
Poids moléculaires trouvés....	120	140	176	182

$$M = 88 \text{ pour } C^5H^{12}O.$$

» De là résulte que les valeurs de $[\alpha]_D$, déduites d'observations effectuées sur des solutions benzéniques, devront être voisines de celles observées pour l'alcool amylique liquide, soit $-4,5$. C'est ce que nous avons de fait trouvé :

Alcool dans 100^{cm^3} sol. C^6H^6.	$[\alpha]_D$ pour $L = 6^{dm}$.	$[\alpha]_D$.	
gr 0,0259	° $-1,48$	$-4,09$	à 18°.
2,0216	$-0,50$	$-4,1$	
0,9732	$-0,28$	$-4,4$	

» Comme on pouvait en outre le prévoir, les valeurs les plus faibles de $[\alpha]_D$ se rapportent aux solutions les plus concentrées, c'est-à-dire les plus riches en molécules complexes.

» Nous avons étudié d'autres liquides actifs dont les variations de pouvoir rotatoire avec la température ne suivent pas les règles générales formulées plus haut. Nous publierons prochainement nos résultats à ce sujet qui viennent confirmer l'interprétation que nous avons proposée pour expliquer l'anomalie de l'alcool amylique ([1]). »

([1]) Laboratoire de Chimie de l'Université de Genève.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire des corps polymérisés, comparés avec leurs monomères;* par M. **Berthelot.**

« Les observations intéressantes de M. Guye et de Mlle Aston sur la variation du pouvoir rotatoire de certains liquides avec la température et l'interprétation qu'ils en donnent, en admettant que ces liquides renferment un certain nombre de molécules polymérisées, ont reporté mon attention sur la comparaison entre les pouvoirs rotatoires des carbures d'hydrogène primitifs (monomères) et polymérisés que j'ai étudiés autrefois.

» Tel est, par exemple, l'isotérébenthène, $C^{10}H^{16}$ (1), comparé avec le métatérébenthène, $C^{20}H^{32}$, engendré simultanément. En fait, le pouvoir rotatoire (rapporté à la teinte de passage et à l'unité de poids) du premier, étant égal à $-10°,0$; celui du second a été trouvé $-3°,3$.

» Une relation analogue existe entre le styrolène et le métastyrolène. Le styrolène naturel pur, exempt de tout composé oxygéné (d'après analyse), et volatil à point fixe, possédait un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ égal à $-3°,4$; tandis que le métastyrolène, obtenu par la transformation spontanée, en vase clos, de l'échantillon précédent et sa solidification intégrale, sans élimination d'aucun composé accessoire (2), a fourni un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D$ égal à $-2°,2$.

» Ces faits et ces relations doivent être rapprochés des inductions de M. Guye. Ils sont d'autant plus significatifs, qu'ils ont été observés en dehors de toute théorie préconçue. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorocyanamide,* $C^3Az^3(AzH^2)^2Cl$. Note de M. **Paul Lemoult.**

« Lorsqu'on laisse digérer à froid du chlorure cyanurique avec une solution ammoniacale, celui-ci finit par disparaître complètement; il se forme du sel ammoniac et il se dépose une poudre blanche, extrêmement peu

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXIX, p. 16; 1853.
(2) Même Recueil, 5e série, t. XV, 145; 1878.

soluble dans l'eau; c'est du cyanuramide monochloré, le chlorocyanamide de Liebig.

» Le produit brut, séparé du sel ammoniac, est dissous dans une grande quantité d'eau bouillante; la solution filtrée à chaud laisse déposer par refroidissement le chlorocyanamide cristallisé en aiguilles très fines qui constituent le produit pur. Voici une analyse relative à l'échantillon qui m'a servi pour les déterminations qui vont suivre :

» $0^{gr},2289$, traités par la méthode Carius, donnent $0^{gr},2234$ d'Ag Cl, soit une teneur en Cl de 24,14 pour 100; théorie pour $C^3Az^5H^4Cl$, 24,39 pour 100.

» L'évaporation d'un volume déterminé d'une eau saturée de ce corps, à 15°, m'a permis d'évaluer sa très faible solubilité : 0,0626 dans 100^{cc} d'eau, soit une molécule dans $242^{lit},5$.

» J'ai déterminé sa chaleur de combustion au moyen de la bombe calorimétrique; l'inflammation exige une certaine dose de camphre, mais, une fois qu'elle est réalisée, la combustion est complète et la transformation du Cl en H Cl intégrale. Déduction faite de la part relative au camphre, voici les résultats rapportés au poids du produit chloro-amidé.

		Par gramme.
gr	cal	cal
0,501	1369,64	2733,8
0,6116	1701,04	2782,9
0,5636	1554,48	2758,1

» La moyenne de ces trois derniers nombres, $2758^{cal},2$, donne :

Chaleur de combustion moléculaire à volume constant....... $401^{Cal},3$

» » à pression constante..... $400^{Cal},3$

» Et, par suite,

Chaleur de formation moléculaire à pression constante...... $25^{Cal},6$

» Si l'on se reporte à la réaction génératrice du chlorocyanamide, on voit que celle-ci dégage $81^{Cal},7$; on a, en effet,

$$C^3Az^3Cl^3 \text{ sol.} + 4AzH^3 \text{ diss.} = 2AzH^4Cl \text{ diss.} + C^3Az^5H^4Cl \text{ sol} \ldots \quad +81^{Cal},7$$

» J'avais espéré mettre à profit cette réaction en mesurant, à l'aide du calorimètre, sa valeur thermique, qui m'aurait permis, les autres données étant connues, d'en déduire la chaleur de formation du chlorure cyanurique ; ce nombre aurait servi de contrôle à celui que j'ai obtenu par la combustion directe de ce corps. J'ai dû y renoncer, car la réaction, qui est d'une durée considérable (au moins une heure pour $0^{gr},4$ de Cy^3Cl^3 dans 500^{cc} d'ammoniaque au $\frac{1}{2}$), n'est ni complète ni unique : la consommation en ammoniaque dépasse 4 molécules sans atteindre 6 ; on trouve, dans la solution, de la mélamine et de l'acide cyanurique, et enfin le précipité formé retient du chlo-

rure non décomposé, même au bout de plusieurs heures. D'ailleurs, le phénomène thermique n'a, dans aucun cas, dépassé 55^{Cal} par molécule, au lieu de $81^{Cal},7$.

» Il y a même lieu de s'étonner de la formation du chlorocyanamide, puisque celle-ci est moins exothermique que celle du cyanuramide qui, dans les mêmes conditions, dégagerait plus de 100^{Cal}. Mais ceci s'explique par la différence des solubilités dans l'eau, à la température ordinaire, des deux corps considérés ; le chlorocyanamide, terme intermédiaire entre le chlorure et l'amide cyanurique, étant insoluble, se précipite et échappe à la réaction, au moins en grande partie.

» En modifiant les conditions, on évite la formation du composé chloro-amidé. En particulier, si l'on chauffe à 150°, en tube scellé, du Cy^3Cl^3 et de l'ammoniaque, tout le Cl passe à l'état de sel ammoniac, et l'on n'obtient que du cyanuramide parfaitement cristallisé et pur. De même, si l'on chauffe dans les mêmes conditions le composé chloro-amidé, le chlore est entièrement remplacé par AzH^2 et l'on n'obtient que de la mélamine pure.

» Ce qui précède montre que, dans l'action de l'ammoniaque sur le chlorure cyanurique, le déplacement des atomes de Cl est graduel ; j'ai, dès lors, essayé d'obtenir le premier terme de ce déplacement, le cyanuramide bichloré $C^3Az^3Cl^3(AzH^2)$, en n'offrant au chlorure cyanurique qu'une très faible quantité d'ammoniaque ; jusqu'ici je n'ai pas réussi, mais je continue mes essais dans cette voie.

» Comparons, en terminant, les chaleurs de combustion à pression constante du chlorure cyanurique ($292^{Cal},4$) et du chlorocyanamide ($400^{Cal},3$), tous deux pris à leur état ordinaire ; la différence, $107^{Cal},9$, mesure l'effet thermique relatif à la substitution de 2 atomes de Cl par deux groupes amido. Il est intéressant de remarquer que la moitié de ce nombre est sensiblement égale à celui qui correspond à la même substitution dans la série acétique ; les chaleurs de combustion sont, en effet, $232^{Cal},3$ pour le chlorure, et $288^{Cal},2$ pour l'amide acétique à leur état ordinaire. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Contribution à l'étude de la nitrification dans les sols.* Note de M. Th. Schlœsing fils, présentée par M. Duclaux.

« La nitrification et, d'une manière générale, les combustions microbiennes de matière organique sont d'ordinaire moins actives dans les terres fortes, à éléments très fins, que dans les terres légères, à éléments relativement grossiers. C'est là un fait connu, dont M. Müntz a signalé des exemples précis et que les praticiens traduisent en disant que les terres fortes conservent le fumier. Pour l'expliquer, on invoque communément la facilité plus grande avec laquelle l'air pénètre dans les terres légères.

» Dans bien des cas [1], ce n'est pas l'air, mais l'eau qui manque aux terres fortes pour que les combustions s'accomplissent avec intensité, et cela alors qu'elles présentent des taux d'humidité égaux ou supérieurs à ceux de terres légères où les mêmes combustions ont toute leur énergie.

» Normalement, quand l'eau ne se trouve pas dans une terre en proportion excessive, elle ne remplit pas les interstices existant entre les éléments solides; elle est répandue sur la surface de ces éléments en couches minces dont l'ensemble forme un réseau continu. Pour un même taux d'humidité du sol, l'épaisseur de ces couches diminue à mesure qu'augmente la finesse des éléments, parce que la surface totale de ces derniers va croissant. Dans un sol, à 10 pour 100 d'eau, contenant une bonne proportion d'argile, substance composée d'éléments d'une extrême ténuité, elle peut descendre jusqu'à un ordre de petitesse qui doit entraîner une grande gêne pour l'alimentation des microbes.

» Voici sur ce sujet quelques expériences, qui sont relatives au cas de la nitrification de l'ammoniaque, et dans lesquelles j'ai cherché à faire ressortir l'influence de l'épaisseur des couches d'eau revêtant les éléments du sol.

» J'ai composé des sols artificiels avec les éléments suivants, dont le mélange était rendu, par corroyage, aussi homogène que possible : sable quartzeux de Bonnevault, dont les éléments, très réguliers, présentaient un diamètre moyen de $\frac{1}{3}$ de millimètre; argile de Vanves, très grasse, dont les éléments avaient un diamètre moyen inférieur à 1^{μ}; blanc de Meudon; eau, qui tenait en dissolution une dose connue de sulfate d'ammoniaque et dont une partie, pour être chargée de microbes nitrificateurs, avait été agitée avec un peu de terreau, puis décantée. Les mélanges ont été introduits dans des flacons, assez grands pour que l'oxygène y restât toujours très abondant, et conservés à l'abri de variations de température capables de déplacer l'humidité par suite de condensation de vapeur sur les parois. On a déterminé finalement l'acide nitrique formé.

Ire Série. 14 janvier-27 mars; température : 26°-27°.

Au début, dans chaque lot, 50^{mgr} de sulfate d'ammoniaque = Az^2O^5, $40^{mgr},9$.

		1.	2.	3.	4.	5.
Composition des sols.	Sable...	100^{gr}	90^{gr}	80^{gr}	75^{gr}	70^{gr}
	Argile...	0^{gr}	10^{gr}	20^{gr}	25^{gr}	30^{gr}
	Craie...	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$
	Eau....	10^{gr}	10^{gr}	10^{gr}	10^{gr}	10^{gr}
Az^2O^5 dosé à la fin.....		$34^{mgr},1$	$38^{mgr},5$	$36^{mgr},2$	$23^{mgr},5$	$4^{mgr},23$
Az nitrifié pour 100....		83	94	89	56	10

(1) Je ne dis pas : dans tous les cas. Voir, à ce sujet, les travaux de M. Dehérain (*Comptes rendus*, t. CXXI).

» On a recommencé les mêmes expériences en stérilisant, avant de les mettre en œuvre, les matières solides. Comme vérification, on a retrouvé à la fin l'ammoniaque non nitrifiée.

II Série. 17 juil.-1er novembre; temp. du laboratoire.

Au début, dans chaque lot, 100^{mg} de sulfate d'ammoniaque $= Az^2O^5$ $81^{mgr},8$.

		6.	7.	8.	9.	10.	11.
Composition des sols.	Sable.	100^{gr}	90^{gr}	85^{gr}	80^{gr}	75^{gr}	70^{gr}
	Argile.	0	10	15	20	25	30
	Craie.	1	1	1	1	1	1
	Eau ..	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Az^2O^5 dosé à la fin ..		$51^{mgr},2$	$54^{mgr},1$	$77^{mgr},1$	$81^{mgr},9$	17^{mgr}	$2^{mgr},2$
Az nitrifié pour 100...		63	66	94	100	21	2,7

» Les résultats des deux séries concordent : nitrification presque complète ou complète dans les lots **2**, **3**, **8** et **9**; nitrification nettement affaiblie ou même presque nulle dans les lots **4**, **5**, **10** et **11**. Autrement dit, les lots contenant 25 pour 100 d'argile ou davantage et représentant des terres relativement fortes ont peu nitrifié, tandis que ceux qui correspondaient à des terres relativement légères ont nitrifié très bien (1).

» Si la nitrification a été entravée en **4**, **5**, **10** et **11**, peut-on l'attribuer à un manque d'air au sein des sols? Non. Car les sols étaient, par suite de leur mode de préparation, extrêmement divisés, nullement tassés, tout à fait perméables; qui les a vus ne peut supposer que l'aération y ait été insuffisante. Mais on répond mieux encore à la question par les expériences suivantes, dans lesquelles la dose d'eau a seule varié.

IIIe Série. 1er avril-12 juin; température : 26°.

Au début, dans chaque lot, $66^{mgr},6$ de sulfate d'ammoniaque $= Az^2O^5$ $54^{mgr},5$.

		12.	13.	14.	15.
Composition des sols (matières solides stérilisées).	Sable.....	70^{gr}	70^{gr}	70^{gr}	70^{gr}
	Argile....	30^{gr}	30^{gr}	30^{gr}	30^{gr}
	Craie.....	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$	$0^{gr},5$
	Eau	$10^{gr},6$	$11^{gr},5$	$13^{gr},2$	14^{gr}
Az^2O^5 dosé à la fin...........		$43^{mgr},6$	$55^{mgr},9$	$53^{mgr},9$	$53^{mgr},2$
Az nitrifié pour 100..........		80	100	100	100

» On voit qu'en augmentant légèrement la proportion d'eau, en la portant de 9,5 à 11,5, on a rendu complète la nitrification de l'ammoniaque là où elle se faisait très imparfaitement; or, cette addition d'eau a plutôt diminué l'aération, le liquide ajouté occupant une partie des espaces lacu-

(1) Dans les lots **1** et **6**, la nitrification a été très incomplète et l'on a constaté la présence de l'acide nitreux. Il est probable que la proportion de 9,5 ou 10 d'eau pour 100 en poids, ou 37 en volume, de sable *pur* était trop élevée; l'eau devait occuper une trop forte partie des espaces lacunaires et l'aération a été insuffisante.

naires libre auparavant. Ce n'était donc pas l'air, mais l'eau qui avait manqué dans les sols contenant 25 pour 100 d'argile et plus. Les terres fortes des champs se trouvent fréquemment dans ces conditions où, sans manquer d'air, elles n'ont pas assez d'eau; la nitrification et les autres combustions microbiennes y sont alors fort ralenties; et c'est une des raisons pour lesquelles la matière organique s'y consume moins vite que dans les sols sableux à éléments grossiers, auxquels moins d'eau suffit.

» Par quel mécanisme le manque d'eau agit-il sur les combustions microbiennes dans le sol? Remarquons que, dans les expériences ci-dessus (première et deuxième série), il a manifesté assez brusquement son effet quand on est passé des sols contenant 20 pour 100 d'argile à ceux qui en contenaient 25 pour 100, et qu'inversement il a suffi d'ajouter aux sols très peu d'eau (troisième série) pour qu'il ne se fît plus sentir. Entre ces deux sortes de sol, les uns nitrifiant bien, les autres mal, on ne voit guère de différence que dans l'épaisseur moyenne des couches d'eau revêtant les éléments; mais la différence n'était pas bien forte, cette épaisseur étant de $0^{\mu},15$ chez les uns et de $0^{\mu},13$ chez les autres (d'après un calcul un peu grossier destiné surtout à donner une idée de l'ordre de grandeur de la différence. Ainsi, en forçant très peu la proportion de l'argile, c'est-à-dire en diminuant très peu l'épaisseur de l'eau, on a considérablement réduit le travail des microbes et, au contraire, on a rétabli ce travail en augmentant très peu l'épaisseur de l'eau. Ne peut-on, d'après cela, penser que l'on a fait franchir à cette épaisseur, quand on l'a diminuée, une limite au-dessous de laquelle les attractions capillaires retenant l'eau et les principes dissous sur les éléments du sol sont devenues, en presque tous les points, supérieures à l'osmose qui faisait pénétrer cette eau et les principes dans les cellules microbiennes? Les microbes ont cessé alors de pouvoir disputer leur nourriture aux éléments du sol. Il est, en tout cas, intéressant de constater qu'une si petite variation dans l'épaisseur de l'eau ait tellement retenti sur le fonctionnement des microbes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de diverses substances et influence de l'oxygène sur la formation de la chlorophylle.* Note de M. **W. Palladine**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai démontré que les feuilles étiolées, détachées d'une plante, ne deviennent vertes à la lumière que si elles renferment des hydrates de car-

bone ([1]). Je me suis proposé de rechercher, en opérant avec des feuilles étiolées qui ne renferment presque pas d'hydrates de carbone, si, en plaçant ces feuilles sur des dissolutions de diverses substances, la chlorophylle pourra ou non s'y former, suivant la nature des substances employées. J'ai cherché aussi quel rôle joue l'oxygène dans le verdissement des feuilles.

» I. *Influence de diverses solutions sur la formation de la chlorophylle.* — La plupart des expériences ont porté sur la Fève (*Vicia Faba*) et sur le Haricot (*Phaseolus vulgaris*). Afin d'enlever des feuilles étiolées de ces plantes les dernières traces d'hydrates de carbone, j'ai placé ces feuilles pendant deux jours dans l'obscurité, sur de l'eau préalablement bouillie. Ensuite, un lot de ces feuilles étiolées restant sur l'eau a été exposé à la lumière, tandis que d'autres lots semblables ont été placés sur des solutions de diverses substances et exposés à la même lumière. Parmi les nombreuses séries d'expériences faites sur ce sujet, je citerai seulement la suivante ([2]) :

» Les feuilles étiolées ont été cultivées sur de l'eau dans l'obscurité, pendant quarante-huit heures, puis divisées en sept lots et exposées à la lumière.

» 1° *Eau.* — Presque aucune trace de chlorophylle.

» 2° *Solution de saccharose à* 10 *pour* 100. — La teinte verte est très intense.

» 3° *Solution de raffinose à* 5 *pour* 100. — Même résultat que sur la solution de saccharose.

» 4° *Solution de glucose* (*dextrose*) *à* 10 *pour* 100. — Le verdissement commence un peu plus tard que sur la solution de saccharose.

» 5° *Solution de fructose* (*lévulose*) *à* 10 *pour* 100. — Même résultat que sur la solution de dextrose.

» 6° *Solution de galactose à* 10 *pour* 100. — Au bout de cinq jours, presque aucune trace de chlorophylle; ensuite la quantité de chlorophylle augmente très rapidement.

» 7° *Solution concentrée de dulcite.* — Au bout de cinq jours, pas de chlorophylle. Les feuilles sont restées vivantes avec un parenchyme palissadique très développé. La dulcite empêche la formation de la chlorophylle.

» Il résulte de l'ensemble de mes expériences que, en plaçant des

---

([1]) W. Palladine, *Ergrünen und Wachstum der etiolirten Blätter* (*Berichte der deutschen bot. Gesellschaft*, t. IX, p. 229; 1891).

([2]) Pour plus de détails, voyez W. Palladine, *Recherches sur la formation de la chlorophylle dans les plantes* (*Revue générale de Botanique*, dirigée par M. Gaston Bonnier, t. IX, p. 385; 15 novembre 1897).

feuilles étiolées ne contenant presque pas d'hydrates de carbone à la surface de diverses solutions, on obtient les résultats suivants :

» 1° Certaines substances favorisent la formation de la chlorophylle : saccharose, raffinose, glucose, fructose, maltose, glycérine, galactose, lactose, dextrine ;

» 2° D'autres substances n'exercent aucune action sensible sur le verdissement : inuline, tyrosine ;

» 3° D'autres enfin retardent ou empêchent complètement la formation de la chlorophylle : mannite, dulcite, asparagine, urée, alcool, chlorhydrate d'ammoniaque, acide quinique.

» II. *Influence de l'oxygène sur la formation de la chlorophylle.* — Dans celles des expériences précédentes où les feuilles verdissaient on pouvait remarquer que, si une feuille tombait au fond de la solution, elle ne verdissait pas, tandis que les autres restées près de la surface formaient de la chlorophylle. Cette observation me fit penser que la formation de la chlorophylle est bien un phénomène d'oxydation et que, si l'oxygène a un accès insuffisant, les feuilles restent jaunes. C'est ce que j'ai vérifié par plusieurs expériences. Je citerai seulement la suivante qui est très simple ;

» Des feuilles étiolées ont été cultivées dans l'obscurité pendant quarante-huit heures sur une solution de saccharose à 10 pour 100. Elles ont été ensuite entassées en grande quantité dans une éprouvette qu'on a exposée à la lumière. Les feuilles de la moitié supérieure de l'éprouvette sont devenues vertes avant celles de la moitié inférieure. Toutes les feuilles de la partie supérieure étaient déjà d'un vert éclatant, tandis que la plupart des feuilles de la moitié inférieure étaient encore jaunes et ne sont devenues vertes que beaucoup plus tard. Comme les deux moitiés étaient également éclairées (l'éprouvette étant placée verticalement sur la fenêtre), c'est que la différence de vitesse dans la formation de la chlorophylle ne dépendait pas, en ce cas, de la lumière. Or l'air ne pénétrait dans l'éprouvette que par le haut. Par conséquent, seules les feuilles de la partie supérieure de l'éprouvette ont reçu une quantité suffisante d'oxygène. Les feuilles inférieures, ayant à souffrir du manque d'oxygène, sont devenues vertes beaucoup plus tard.

» Il résulte de ces dernières expériences que, pour que la chlorophylle prenne naissance, il est nécessaire que les tissus végétaux reçoivent plus d'oxygène qu'il ne leur en faut pour la respiration. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur divers perfectionnements apportés à un anémomètre système Bourdon.* Note de M. R. MAILHAT, présentée par M. Wolf.

« Un anémomètre fondé sur ce système ingénieux fonctionne à l'Observatoire de Paris; il a paru présenter les inconvénients suivants, que je me suis proposé de faire disparaître :

» L'enregistrement du temps se fait par une courbe sinusoïdale, sur laquelle la détermination exacte de l'heure est difficile.

» Le déroulement de la feuille est trop lent, de sorte que la plume peut passer plusieurs fois sur les mêmes tracés.

» Le cylindre qui porte le papier est horizontal et la plume fixée à un long bras de levier décrit une courbe en passant par la génératrice la plus élevée du cylindre et en s'abaissant ensuite à mesure qu'elle s'en éloigne : de là, la nécessité de présenter sur le papier la plume sous une certaine inclinaison.

» Les plumes sont alimentées par un tube-siphon, dont l'extrémité plonge dans un petit réservoir d'encre; par les gros temps, les plumes se déplacent rapidement et l'encre coule quelquefois sur le papier.

» Par les vents faibles, la direction de la girouette n'est pas assez précise.

» Ces diverses parties ont été modifiées de la manière suivante :

» Le moteur porte un cadran indiquant les heures, minutes et secondes.

» Un engrenage auxiliaire et un échappement communiquent à une plume un mouvement net anguleux et d'amplitudes différentes, marquant sur le papier les heures, demies et quarts.

» La feuille de papier, portée par un cylindre spécial, a 20^{m} de long; elle est réglée dans toute sa longueur, elle donne les principales directions du vent et les différentes vitesses entre 0^{m} et 46^{m} à la seconde.

» Le cylindre, qui est actionné par la pendule, peut faire dérouler le papier aux trois vitesses suivantes :

» $0^{m},04$ à l'heure pour les temps calmes; $0^{m},12$ à l'heure pour les vents moyens; $3^{m},60$ à l'heure (soit 1^{mm} à la seconde) pour les grands vents.

» Les changements de vitesse se font instantanément, sans adjonction ni démontage d'aucune pièce.

» Le papier se déroule verticalement et glisse sur un plan; les plumes sont perpendiculaires au papier.

» Le tube-siphon de la plume est coupé au-dessus du réservoir; il est relié à ce dernier par une mèche qui ne prend que la quantité d'encre nécessaire au tracé.

» Les ailes de la girouette ont été augmentées d'un tiers de leur surface.

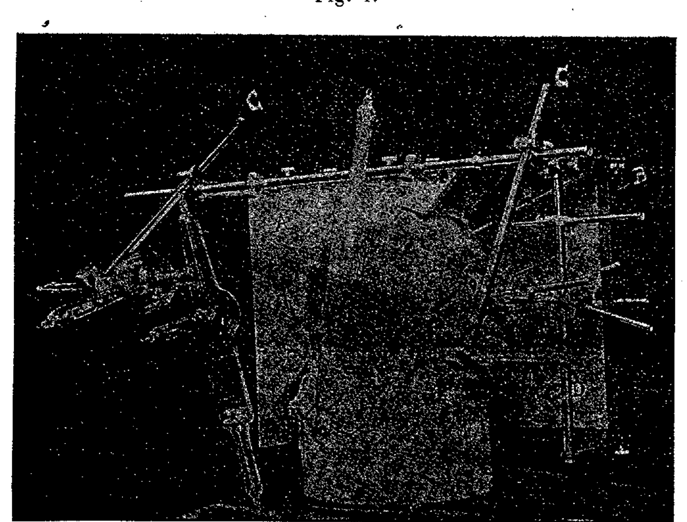
» Ce nouvel appareil est installé à l'observatoire catalan de San Félice de Guixols (Espagne).

» M. Raphaël Patxot, directeur et fondateur de cet observatoire, a bien voulu joindre à cet exposé une photographie générale du mécanisme et celle d'une section d'un diagramme représentant l'enregistrement d'un ouragan où le vent est allé jusqu'à 37^m et 38^m de vitesse à la seconde. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil destiné à déterminer d'une manière précise, au moyen des rayons* X, *la position des projectiles dans le crâne.* Note de MM. **Remy** et **Contremoulins**, présentée par M. Marey.

« Un bâti portant, d'un côté, un châssis photographique spécial et, de l'autre, deux tubes de Crookes (tube Chabaud, modèle pour 1897) orientables

Fig. 1.



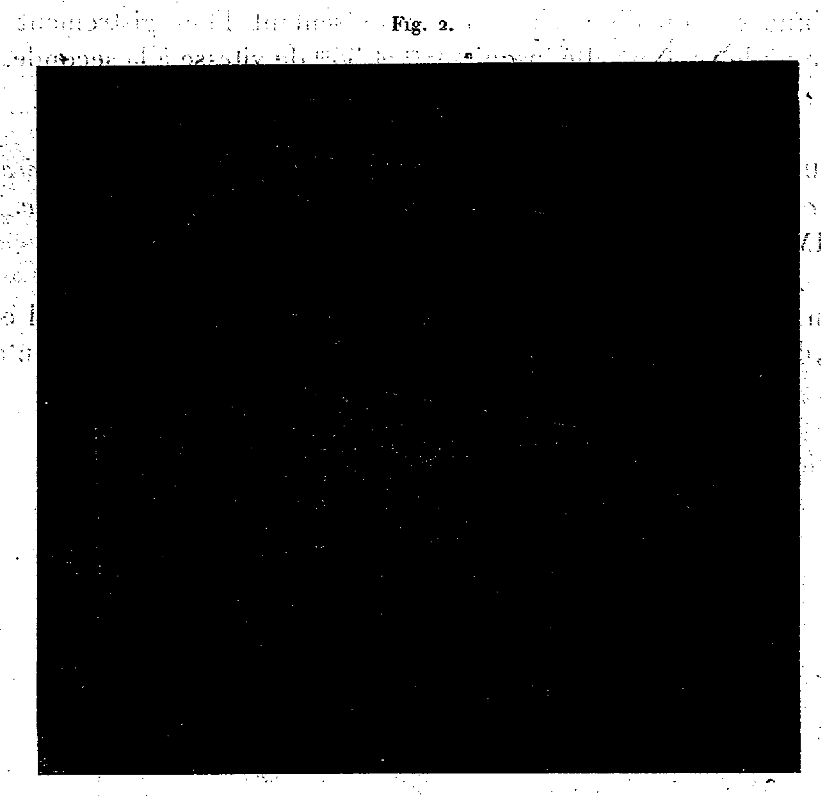
A, Gabarits reliant le bâti au scellement plâtré. — B, Châssis radiographique faisant corps avec le bâti. — CC, Branches articulées, reliées au bâti et portant les tubes de Crookes. — D, Colonne portant le *compas-repère* qui prend trois points de repérage sur la face. — E, Volet d'aluminium protégeant la glace radiographique contre la lumière actinique.

à volonté, est scellé sur le crâne à l'aide d'un *appareil plâtré*. (Ce dispositif

donne l'immobilité absolue de la tête par rapport à l'appareil, tout en permettant les mouvements du corps du sujet.) A l'avant de ce bâti, un *compas-repère* sert à prendre trois points de contact sur la face du blessé avec de petits disques métalliques comprimant les téguments sur les surfaces osseuses les plus sous-cutanées (points frontaux et sous-orbitaires).

» L'appareil étant ainsi disposé, on place dans le châssis une plaque

Fig. 2.



Dans cette figure, le bâti de l'appareil, détaché des gabarits de bois qui le retenaient au scellement plâtré, est renversé à droite pour mieux faire voir les différents organes.

F et F' représentent les foyers exacts des tubes. Les pièces accessoires qui supportent ces foyers servent à déterminer le foyer théorique. — Les lettres I, J, K représentent la projection sur la plaque photographique des axes des faisceaux de rayons X interceptés par les projectiles et provenant du foyer F. — Les lettres I', J', K' sont les projections correspondant au foyer F'. — P, P', P" sont les points d'intersection de ces axes et, par conséquent, les centres des projectiles. — En S le *compas-repère* donne la position du crâne par rapport aux centres des balles aux points *v*, *v*, *v*.

Des branches métalliques supportant des aiguilles viennent relever les intersections des fils et déterminer ainsi un moule en creux du crâne et des corps étrangers.

photographique de façon qu'elle vienne buter par les bords contre des pièces métalliques percées d'œilletons qui serviront plus tard, comme on

le verra, de points de repérage. Un premier cliché est obtenu en actionnant *l'un* des tubes de Crookes. La plaque impressionnée est alors remplacée par une seconde plaque sensible destinée à recevoir l'image projetée par le deuxième tube de Crookes. Ces deux clichés faits, on démonte le *compas-repère, sans le dérégler,* et l'on détache le bâti de l'appareil des pièces qui font corps avec le scellement.

» Les trois points de repère de la face doivent être immédiatement tatoués à l'encre de Chine sur l'épiderme du blessé, de façon à former une trace indélébile pour le repérage du *compas d'opération,* dont il sera bientôt question, jusqu'au moment de l'extraction du projectile.

» On possède ainsi l'image du projectile projetée de deux points différents sur un même plan et, au moyen du *compas-repère*, la trace de l'emplacement exact qu'occupait le crâne dans l'appareil. Mais avant de rechercher l'emplacement du projectile dans l'espace avec ces images et ce compas, il reste à déterminer le point exact de l'émission des rayons X. On le retrouve par les opérations suivantes :

» Entre le châssis et les tubes, on visse sur le bâti une plaque de cuivre rigide (*plaque de contrôle*), percée vers le milieu de quatre trous espacés de 4^{mm}. Avec l'un des tubes d'abord, puis ensuite avec l'autre tube de Crookes, on radiographie deux fois cette *plaque-contrôle* sur une même plaque sensible, de façon que deux fois le groupe de quatre trous de cette plaque forme des images nettes sur la plaque photographique. En raison de l'épaisseur de la *plaque-contrôle,* la pose, dans ces deux radiographies successives, doit être assez prolongée pour que les pièces métalliques percées d'œilletons du châssis soient silhouettées sur la plaque photographique en vue du repérage de l'image de la *plaque-contrôle* avec les images des deux premiers clichés.

» Les trois clichés ainsi obtenus ayant été rapidement séchés à l'alcool (après développement), on écorche la gélatine sur les deux premiers au centre de l'image du projectile à retrouver. Le même écorchage de la gélatine est ensuite pratiqué sur la radiographie de la *plaque-contrôle* au centre des pénombres des huit trous, formées par les deux opérations successives avec l'un, puis avec l'autre tube de Crookes.

» On tire alors une épreuve de chaque cliché sur du *papier au citrate* de telle sorte que les œilletons de repère du châssis marqués sur chaque cliché soient nettement visibles, ainsi que les centres du projectile et les centres des pénombres de la *plaque-contrôle*.

» Ces opérations donnent, en définitive, trois épreuves qui portent

quatre images distinctes, et ces trois épreuves sont exactement repérables entre elles, grâce aux traces des œilletons qu'elles portent. Il est facile de les reporter sur une plaque de zinc spéciale que l'on perce de trous correspondant aux œilletons du châssis photographique; cette plaque est faite pour être vissée sur ces œilletons au moyen de ces trous.

» A l'aide des images des œilletons reproduites sur les épreuves,

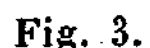
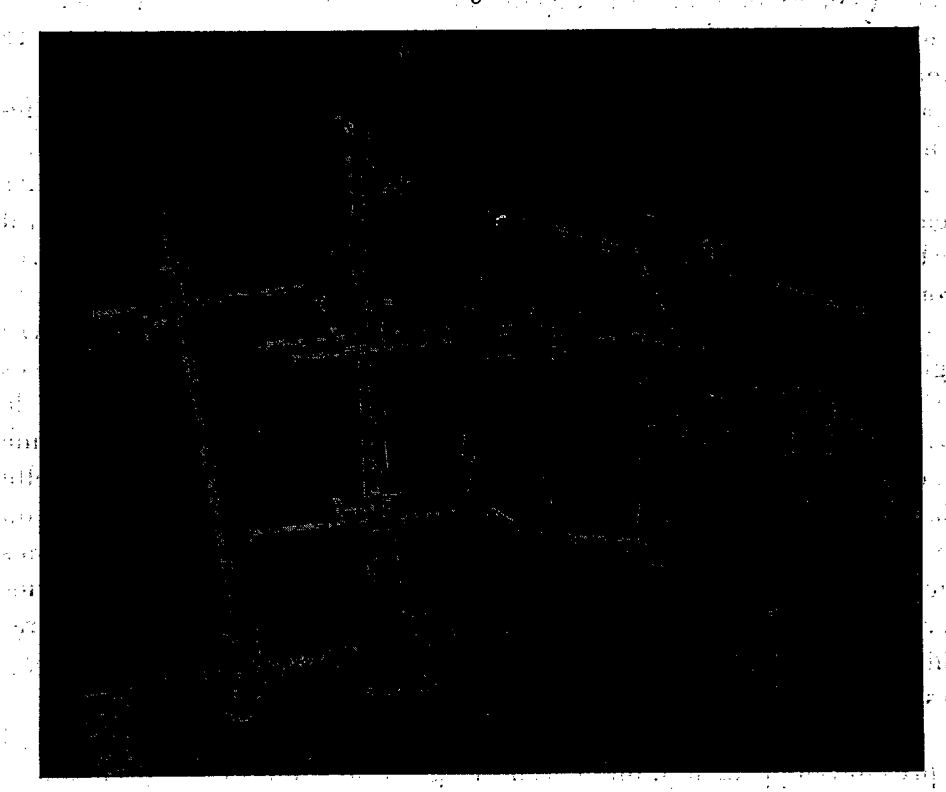


Fig. 3.



R, *Compas-schéma.* — G, *Compas d'opération* réglé sur le *compas-schéma* avant d'être reporté sur le sujet pour l'opération chirurgicale. — v^1, v^2, v^3, points de repère pris sur le visage. — T, Branche articulée portant l'aiguille indicatrice. — E, Aiguille indicatrice. — *b*, Butoir limitant la course de l'aiguille indicatrice. — P, Indication de l'emplacement du projectile par rapport aux trois points de la face.

celles-ci ayant été très exactement repérées avec les trous de la plaque de zinc, on pointe avec un *pointeau* à travers les épreuves les centres des pénombres et ceux du projectile sur la plaque de zinc. (Tous ces coups de pointeau sont numérotés sur la plaque de zinc pour être aisément discernables les uns des autres.) La plaque de zinc est ensuite perforée, à la

place de chaque coup de pointeau, d'un très petit trou conique, avec une *fraise*, de telle sorte qu'il soit possible de faire passer par ces trous des fils qu'on arrêtera derrière la plaque au moyen de nœuds; puis elle est vissée aux œilletons du châssis photographique.

» Ces opérations préalables étant faites, pour déterminer exactement le point d'émission des rayons X de chaque tube, on commence par substituer à l'un de ceux-ci une pièce qui porte un œilleton dont on place l'ouverture à l'emplacement probable du foyer du tube enlevé.

» Avec des fils on relie cet œilleton à la projection des trous de la *plaque-contrôle* sur la plaque de zinc où cette projection a été reportée, comme nous l'avons exposé déjà, en faisant passer ces fils par les trous corrrespondants de la *plaque-contrôle*. Si le foyer théorique correspond bien au foyer exact d'émission des rayons X, les quatre fils passent rigoureusement par le centre des quatre trous de la *plaque-contrôle*. S'il y a, au contraire, une légère différence, qui peut tenir à nombre de causes diverses, il suffit de déplacer l'œilleton et de chercher par tâtonnements le véritable emplacement qu'il doit occuper jusqu'à ce que les fils passent rigoureusement par le centre des trous de la *plaque-contrôle*. Le nouvel emplacement de l'œilleton trouvé ainsi est celui du point exact d'émission des rayons X.

» La même opération se répète pour le second tube; quand elle est faite on peut supprimer les fils et enlever la *plaque-contrôle* désormais inutile.

» Il ne reste plus qu'à tendre de nouveaux fils allant de la projection du projectile à l'œilleton représentant le foyer radiographique du tube qui l'a produite. Ces fils s'entre-croisent et leur intersection représente le centre du projectile dans l'espace.

» On remet ensuite à la place qu'il occupait le *compas-repère* donnant les trois points de repère de la face, et l'on a ainsi l'emplacement du projectile par rapport à trois points déterminés à l'extérieur du crâne.

» A la colonne supportant ce *compas-repère* on ajoute enfin une quatrième branche articulée portant à son extrémité une aiguille avec laquelle on relève, par réglage, la position du centre du projectile par rapport aux points de repère du compas.

» Ainsi le *compas-repère* présente, comme l'épreuve *négative*, l'image *en creux* du crâne et l'emplacement de la balle. Sur ce *creux* on règle un second compas, dit *compas-schéma*, plus robuste, plus rigide, fait en vue du transport, et qui représente au contraire le *relief* ou le *positif* du crâne avec l'emplacement du projectile par rapport à ce relief. Enfin ce *compas*

schéma, transporté au lieu où doit se produire l'intervention chirurgicale, sert à régler un dernier compas, construit en vue de la stérilisation et nommé *compas d'opération*.

» Sur ce dernier compas, la quatrième branche guide le chirurgien sur le centre même du projectile. »

M. Marey fait suivre des réflexions suivantes la description de l'appareil :

« Je dois ajouter quelques mots pour dire que cet appareil a réalisé tout ce qu'on en attendait :

» Que, dans onze expériences préalables, il a permis de déterminer sur le cadavre la position précise des projectiles et même des esquilles osseuses ;

» Que, sur le vivant, deux balles ont été extraites du crâne par M. le Dr Remy. L'habile chirurgien de la maison de Nanterre a opéré l'un des blessés dans son propre service ; l'autre a été confié à ses soins par M. le professeur Le Dentu et opéré à l'hôpital Necker. Dans les deux cas, l'extraction des projectiles, exécutée avec une sûreté complète, a parfaitement réussi.

» Il me sera permis de rappeler que c'est grâce à la générosité de M. L. Dessaux que M. Contremoulins a pu réaliser l'instrument dont il avait conçu le projet et dont l'exécution est due à M. Carpentier. »

M. S. Luce adresse une photographie d'étoiles filantes, obtenue à Varsovie dans la nuit du 2 novembre, ancien style. (Cette photographie sera transmise à M. Lœwy.)

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 novembre 1897.

Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées sous la direction de M. le Prof. A.-F. Marion, Correspondant de l'Institut et de la Société nationale d'Agriculture de France. *Zoologie:* Travaux du laboratoire de Zoologie marine. Tome V, fascicule I. Avril 1897. Marseille, Moullot fils aîné, 1897; 1 vol. in-4°.

La culture des mers en Europe: Piscifacture, Pisciculture, Ostréiculture, par Georges Roché, Inspecteur général des Pêches maritimes. Paris, F. Alcan, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Origine de la doctrine microbienne. Alphonse Guérin, sa vie, ses Œuvres, par M. Orieulx de la Porte. Laval, Chailland; 1 vol. in-12.

L'extension du Système décimal aux mesures du temps et des angles. Théorie, Applications scientifiques et industrielles, par J. de Rey-Pailhade, Ingénieur civil des Mines. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Étude sur les diverses grandeurs en Mathématiques, par A. Calinon, ancien Élève de l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 broch. in-8°.

L'excitation spontanée dans les machines électrostatiques, par V. Schaffers S. J. (Extrait de la *Revue des questions scientifiques.*) Avril 1897. Paris, Polleunis et Ceuterick, 1897; 1 broch. in-8°.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des Hôpitaux de Paris. 3e série, n° 35. 18 novembre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

A mathematical treatise on the motion of projectiles founded chiefly on the results of experiments made with the authors chronograph, by Francis Bashforth, B. D. London, Asher and C°, 1873; 1 vol. in-8°.

Proceedings and transactions of the Royal Society of Canada. Second series. Volume II. Meeting of may 1896. London, 1896; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 novembre 1897.)

Note de M. *A. Leduc*, Compressibilité des gaz, etc.

Page 647, formule (7), *au lieu de* $U = b\pi^{2'}.10$, *lisez* $u = b\pi^{2}10^{4}$.

(Séance du 15 novembre 1897.)

Note de M. *A. Leduc*, Sur les coefficients de dilatation des gaz, etc.

Page 769, formule (6), *au lieu de* $p\omega$, *lisez* $p\mu$.

Même page, formule (8 *bis*), *au lieu de* $\frac{T}{273.t} + \frac{y_0 - y\ldots}{10^4\ldots}$, *lisez* $\frac{T}{273.t} \cdot \frac{y_0 - y\ldots}{10^4\ldots}$.

Page 770, quatrième ligne, à partir d'en bas, *au lieu de* $CO^2 : 10^6.\alpha = \ldots + 83.10^{-7}.t^2$, *lisez* $-83.10^{-7}.t^3$.

Note de MM. *Maurice Caullery* et *Félix Mesnil*, Sur un type nouveau d'organismes, etc.

Page 789, ligne 6, *au lieu de* 1″, *lisez* 3″.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 NOVEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelle méthode de préparation des carbures par l'action du carbure de calcium sur les oxydes.* Note de M. **Henri Moissan**.

« En dehors de son action si curieuse sur l'eau, le carbure de calcium ne semble pas présenter un grand nombre de dédoublements.

» Nous avons indiqué cependant, dans notre première étude sur ce sujet, qu'il se conduisait comme un réducteur énergique ([1]). Il peut fournir, grâce à cette propriété, de nouveaux composés par double réaction, mais à la condition d'être mis en contact de corps liquides ou d'être

([1]) H. Moissan, *Préparation au four électrique d'un carbure de calcium cristallisé, propriétés de ce nouveau corps* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 501).

amené lui-même à l'état de fusion par une élévation suffisante de température (1).

» Les expériences suivantes en donneront quelques exemples :

» *Préparation du carbure d'aluminium.* — Si l'on chauffe au four électrique un mélange à parties égales d'alumine et de carbure de calcium, on obtient un culot fondu présentant une cassure cristalline très nette.

» On peut distinguer à l'œil nu, dans cette matière fondue, de grandes lamelles jaunes du carbure d'aluminium C^3Al^4, mélangées de cristaux de carbure de calcium. Il est facile de mettre en évidence l'existence de ce carbure d'aluminium en décomposant le tout par l'eau.

» L'excès de carbure de calcium est détruit rapidement avec dégagement d'acétylène, puis la décomposition lente des paillettes jaunes, produit du gaz méthane. Si l'on prend assez d'eau pour maintenir en solution toute la chaux formée par la décomposition du carbure de calcium, on recueille des cristaux jaunes lentement décomposables par l'eau avec dégagement de méthane. C'est bien là, ainsi que nous l'avons démontré précédemment, le plus important des caractères du carbure d'aluminium:

$$C^3Al^4 + 12H^2O = 3CH^4 + 2[Al^2(OH)^6].$$

» Après la décomposition complète du carbure d'aluminium par l'eau, on a caractérisé l'alumine hydratée qui s'était formée (2).

» Cette expérience établit donc que le carbure de calcium en fusion décompose l'alumine avec formation de carbure d'aluminium et de chaux. Cette chaux est ensuite ramenée à l'état de carbure par le charbon du creuset. Nous allons démontrer que cette réaction est générale et s'étend à un grand nombre d'oxydes.

» *Carbure de manganèse.* — On a chauffé au four électrique différents mélanges, en proportions variables, de carbure de calcium et d'oxyde de manganèse Mn^3O^4, en faisant prédominer l'un ou l'autre des deux composés.

» Dans tous les cas, nous avons obtenu du carbure de manganèse en globules fondus disséminés dans du carbure de calcium en fusion.

---

(1) Avec les oxydes facilement réductibles, la décomposition par le carbure de calcium se produit sans fusion. Un mélange d'oxyde de cuivre ou d'oxyde de plomb et de carbure de calcium se réduit au rouge sombre, avec formation d'oxyde de calcium et de métal.

(2) Dans quelques-unes de nos expériences nous avons rencontré, au milieu du mélange de carbures, de petits globules d'aluminium.

» Lorsque l'on traite les globules métalliques par l'eau, il se produit, tout d'abord, un faible dégagement d'acétylène dû à une très petite quantité de carbure de calcium qu'ils contiennent, mais, après quelques instants, ils fournissent un dégagement très lent et régulier de méthane et d'hydrogène à volumes égaux, dégagement qui est caractéristique du carbure de manganèse :

$$CMn^3 + 6H^2O = 3[Mn(OH)^2] + CH^4 + H^2.$$

» *Carbure de chrome.* — Ce carbure se prépare très bien cristallisé et avec facilité, de la façon suivante : on mélange parties égales (200gr environ) de sesquioxyde de chrome et de carbure de calcium. Le tout est chauffé pendant cinq minutes dans le four électrique avec un courant de 900 ampères et 45 volts. On obtient ainsi, sous une couche de carbure de calcium en fusion, un culot métallique bien rassemblé recouvert d'aiguilles cristallines de carbure de chrome.

» Nous avons démontré précédemment que le chrome pouvait donner deux carbures bien définis de formule C^2Cr^3 et CCr^4.

» L'analyse des cristaux obtenus dans la préparation précédente montre que le carbure préparé au moyen de l'oxyde de chrome et du carbure de calcium répond à la formule C^2Cr^3.

» Nous avons obtenu, en effet, les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie.
Chrome............	86,57	86,60	86,58	86,66
Carbone............	12,97	13,25	13,22	13,33

» Ce carbure renfermait des traces de calcium et de fer.

» *Carbure de molybdène.* — L'oxyde de molybdène obtenu dans ces expériences a été préparé par la calcination du molybdate d'ammoniaque, il répond à la formule MoO^2. On a mélangé rapidement 250gr de cet oxyde avec 200gr de carbure de calcium et le tout a été chauffé au four électrique pendant cinq à six minutes (900 ampères et 50 volts.). Le culot obtenu après refroidissement a été projeté dans l'eau, l'excès de carbure de calcium s'est rapidement décomposé et l'on a recueilli des fragments cristallins, présentant l'aspect et toutes les propriétés du carbure de molybdène Mo^2C.

» A l'analyse, ces cristaux nous ont fourni Mo : 94,32 et C : 5,68. La théorie pour Mo^2C exigerait Mo : 94,12 et C : 5,88.

» *Carbure de tungstène.* — Le mélange d'acide tungstique et de carbure de

calcium a été chauffé dans les mêmes conditions. Après traitement par l'eau, on a retiré des fragments à aspect cristallin ou des globules fondus qui étaient entièrement formés de carbure de tungstène. Ce composé renfermait Tu : 96,71 et C : 3,02 ; ce qui correspond à la formule CTu^2 pour laquelle C = 3,16 et Tu = 96,84.

» *Carbure de titane*. — Nous avons chauffé au four électrique, dans une tube de charbon, pendant six minutes (900 ampères, 45 volts), le mélange correspondant à la formule $TiO^2 + C^2Ca$, soit acide titanique 160^{gr} et carbure de calcium 128^{gr}.

» Le culot était parfois mal fondu, mais il renfermait toujours un excès de carbure de calcium. Au contact de l'eau, la matière se désagrège en donnant une poussière cristalline très dense. Le tout est épuisé d'abord par de l'acide acétique faible et froid, et ensuite par de l'acide acétique étendu et bouillant.

» On obtient ainsi de petits cristaux très nets, possédant toutes les propriétés du carbure de titane, que nous avons décrit précédemment et ayant la composition suivante :

	1.	2.	Théorie pour TiC.
Titane	82,05	80,70	80,64
Carbone	19,08	»	19,36

» *Siliciure de carbone*. — L'action réductrice du carbure de calcium fondu peut s'appliquer à la silice aussi bien qu'aux oxydes métalliques. Nous avons chauffé au four électrique un mélange de cristal de roche en poudre et de carbure de calcium répondant à la formule $SiO^2 + C^2Ca$ et, après fusion de la masse et décomposition par l'eau, nous avons séparé une grande quantité de cristaux bien nets et faciles à caractériser de siliciure de carbone ou carborundum. Ces cristaux transparents sont incolores ou légèrement bleutés.

» Le carbure de calcium étant aujourd'hui un produit industriel, cette réaction pourra peut-être s'appliquer à la préparation du carborundum.

» Dans les doubles réactions que nous venons d'indiquer rapidement nous n'avons employé que des composés oxygénés dont le corps simple, uni à l'oxygène, était capable de fournir un carbure défini et cristallisé. La réaction sera différente si nous faisons agir, sur ce carbure de calcium, un oxyde métallique dont le métal ne produit pas de carbure.

» *Action du carbure de calcium sur l'oxyde de plomb*. — Nous avons

chauffé au four Perrot 100gr de litharge et 6gr de carbure de calcium. Ces proportions répondent à l'équation suivante :

$$C^2Ca + 5PbO = 2CO^2 + CaO + 5Pb.$$

» Nous avons obtenu un culot de plomb de 65gr et une scorie qui renfermait encore du métal disséminé dans la masse. La réaction est identique si nous doublons la quantité de carbure de calcium.

» Ce dernier corps agit donc ici encore comme réducteur, mais comme le plomb ne fournit pas de carbure, le métal seul est mis en liberté.

» Nous devons rappeler, à propos de ces expériences, que M. Warren (*Chemical News*, janvier 1897, p. 2) avait déjà étudié l'action du carbure de calcium sur la litharge et qu'il avait indiqué dans cette réaction la formation d'un alliage de plomb et de calcium. Le plomb que nous avons obtenu dans nos expériences ne renfermait que des traces de calcium [1].

» *Oxyde de bismuth.* — La réduction de l'oxyde de bismuth (315gr) par le carbure de calcium (43gr) nous a donné de même un culot de bismuth métallique à cassure cristalline ne renfermant pas de calcium.

» *Oxyde d'étain.* — 45gr de bioxyde d'étain et 12gr,5 de carbure de calcium ont été chauffés pendant une demi-heure au four Perrot. Après la réaction, il est resté un mélange de chaux et de poussière d'étain très divisée et facilement oxydable que l'on a réunie en un culot par fusion sous l'acide borique. Cet étain ne renfermait pas de calcium.

» Pour que ces expériences de double décomposition par le carbure de calcium fournissent des résultats probants, il faut avoir soin que le carbure employé ne renferme pas d'impuretés. Dans nos premiers essais, nous avions employé un carbure de calcium impur et nous avons remarqué que tout le silicium et le fer qui se trouvaient dans ce composé avaient passé dans le carbure métallique formé par double décomposition. Dès lors, nous n'avons plus utilisé que du carbure de calcium préparé au moyen de chaux de marbre et de charbon de sucre.

» *Conclusions.* — En résumé, le carbure de calcium en fusion réagit avec énergie sur les oxydes. Si le métal ne s'unit pas au carbone, comme

---

[1] Pour déceler la présence du calcium nous avons attaqué 10gr de métal par l'acide nitrique. Le plomb a été ensuite séparé par l'hydrogène sulfuré. Après ébullition et filtration le liquide est concentré, puis neutralisé par l'ammoniaque. Par addition d'oxalate d'ammoniaque nous n'avons obtenu qu'un très léger louche d'oxalate de calcium.

le plomb, l'étain et le bismuth, il est mis en liberté et, dès lors, il peut être séparé ou il peut se combiner aux corps présents suivant les conditions de l'expérience.

» Si le métal ou le métalloïde de l'oxyde peut se carburer, il se produit avec le carbure de calcium fondu une double décomposition suivant la formule

$$RO + CaC^2 = RnC + CaO,$$

dans laquelle R représente un métal quelconque et n un nombre variable d'atomes de carbone.

» Nous avons pu préparer, par cette nouvelle méthode, des carbures cristallisés et définis d'aluminium, de manganèse, de chrome, de molybdène, de tungstène, de titane et de silicium, composés que nous avions obtenus antérieurement au four électrique soit par union directe des deux corps simples, soit par réduction de l'oxyde par le charbon. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Infection typhique expérimentale, produite par l'introduction de culture virulente dans une anse de Thiry*. Note de MM. R. Lépine et B. Lyonnet.

« De nombreuses expériences nous ont montré que, tandis que chez un chien de taille moyenne l'injection intra-veineuse de 15^{cc} à 30^{cc} d'une culture très virulente de bacille d'Eberth amène, *par intoxication*, la mort en quelques heures (1), l'ingestion simple d'une quantité dix ou douze fois plus forte de la même culture n'est, en général, suivie d'aucun trouble. Il en est de même si l'on porte directement la culture dans le duodénum, après une laparatomie. Ainsi, une dose massive de culture virulente, introduite dans l'intestin d'un chien sain, ne produit ni infection, ni intoxication. Ce résultat est-il dû à une action de la bile, du suc pancréatique, du suc intestinal ou de la muqueuse elle-même?

» On peut éliminer le suc pancréatique et la bile en liant le canal de Wirsung et le canal cholédoque (après avoir établi à l'extérieur une fistule

(1) La même quantité d'une culture semblable, mais stérilisée à 58° C., agit sensiblement de même. Dans les deux cas, la muqueuse de l'intestin est *excessivement* rouge dans la plus grande partie de son étendue, sans que cette rougeur prédomine dans l'iléon.

biliaire). Mais l'une ou l'autre de ces opérations apportant un grand trouble aux conditions normales de fonctionnement de l'intestin, nous avons préféré introduire la culture dans une anse d'intestin isolée par le procédé de Thiry, que le Dr Jaboulay a bien voulu réaliser chez plusieurs chiens. Voici la relation de deux de nos expériences :

» *Expérience I* (chien de 15^{kg}). — On fait une anse de Thiry le 4 octobre. Les 14, 21 et 25 octobre, on introduit dans cette anse quelques centimètres cubes de culture d'un bacille virulent provenant de la rate d'une typhique morte le 20 septembre. Les dernières fois, on a suturé l'orifice extérieur de l'anse. Presque pas de fièvre consécutive, mais un peu de diarrhée; diminution de l'appétit certains jours, et perte considérable de poids (plus de 2^{kg}). Réaction agglutinante du sérum *très marquée*, à partir du 23 octobre. Mort le 27 octobre, après des symptômes de péritonite.

» *Autopsie* immédiate : péritonite aiguë avec épanchement d'un liquide rougeâtre. L'anse, longue de $0^{m},17$, est *très dilatée*. Sa muqueuse présente de larges et profondes ulcérations semblables à celles qu'on observe dans la fièvre typhoïde de l'homme. Une d'elles est le siège d'une petite perforation, cause de la péritonite. Les ganglions mésentériques sont très volumineux; la rate n'est pas sensiblement augmentée de volume. Rien d'important dans les autres organes.

» Des ensemencements de la rate et du foie sont restés stériles; avec les ganglions mésentériques on a eu une culture impure.

» *Expérience II* (chien de 16^{kg}). — On fait une anse le 13 octobre. Le 1er novembre, l'animal étant parfaitement rétabli (et pesant $14^{kg},500$), on introduit dans l'anse quelques centimètres cubes de culture virulente provenant du même bacille. Le liquide ressort aussitôt. Le 7 il n'y a pas de réaction agglutinante de son sérum. Le 8 on lui injecte 50^{cc} de culture de même origine et l'on ferme l'orifice par une suture. L'animal, les jours suivants, continue à bien manger.

» Le 12 : poids $15^{kg},500$. Réaction agglutinante de son sérum.

» Le 19 : même poids. Le pouvoir agglutinant est de $\frac{1}{30}$.

» Le 25 : poids $16^{kg},300$, le pouvoir étant de $\frac{1}{100}$, on sacrifie l'animal.

» *Autopsie* immédiate. La muqueuse de l'anse est rouge et ulcérée mais *non profondément*. Les ganglions mésentériques sont très gros; la rate est *trois fois* plus volumineuse qu'à l'état normal; les autres organes paraissent sains.

» Ensemencement négatif avec la rate et les ganglions mésentériques.

» On remarquera, dans ce dernier cas : d'une part, l'intégrité apparente de la santé de l'animal (qui n'a pas cessé un seul jour, après l'injection de la culture virulente, de manger 1^{kg} de viande, et dont la température n'a présenté que des oscillations insignifiantes) ; et, d'autre part, l'existence d'un pouvoir agglutinant considérable du sérum. On sait que la coexistence d'un pouvoir agglutinant et d'un état apyrétique a également été observée chez l'homme.

» Chez le deuxième chien, les lésions de l'anse étaient beaucoup moins

prononcées que chez le premier. Cette particularité peut tenir, en partie, à ce que l'anse était constituée chez lui par la première portion du jéjunum, tandis que, chez le premier chien, elle était formée par la fin de l'iléon.

» Les expériences précédentes ne sont pas favorables à l'opinion de Sanarelli, qui considère les lésions intestinales de la fièvre typhoïde comme le résultat de l'élimination de la toxine. En effet, la muqueuse de l'intestin, chez nos animaux, ne présentait de lésions *que dans l'anse infectée*. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Schützenberger*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 62,

M. Ditte	obtient	. . . .	22	suffrages,
M. Le Bel	»	. . . .	17	»
M. G. Lemoine	»	. . . .	14	»
M. Etard	»	. . . .	6	»
M. Le Chatelier	»	. . . .	2	»
M. Jungfleisch	»	. . . .	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 62,

M. Ditte	obtient	. . . .	34	suffrages,
M. Le Bel	»	. . . .	26	»
M. Etard	»	. . . .	1	»
M. Lemoine	»	. . . .	1	»

M. **Ditte**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Le Roy, *intitulé : « Sur l'intégration des équations de la chaleur.* »

(Commissaires : MM. Appell, Poincaré, rapporteur.)

« L'étude de la propagation de la chaleur est l'un des problèmes classiques de la Physique mathématique ; c'est pour le résoudre que Fourier a doté cette Science de ses méthodes les plus fécondes et, malgré les progrès accomplis, le mathématicien a toujours intérêt à y revenir, non seulement à cause des applications immédiates à la Physique, mais surtout à cause du retentissement que toute découverte faite dans ce domaine ne peut manquer d'avoir dans toutes les autres parties de la Physique mathématique.

» Il était intéressant de revenir sur le problème de Fourier, en utilisant les résultats relatifs à la théorie du potentiel obtenus récemment par de nombreux géomètres et les méthodes dont ces géomètres se sont servis; c'est ce qu'a fait M. Le Roy dans le Mémoire qu'il soumet au jugement de l'Académie.

» Dans la première Partie de ce travail, rempli d'aperçus originaux, l'auteur étudie les équations de l'équilibre thermique au point de vue de la généralisation du principe de Dirichlet.

» L'équation à intégrer est de la forme suivante :

$$\Delta V + a\frac{dV}{dx} + b\frac{dV}{dy} + c\frac{dV}{dz} = f(x, y, z, V) + \varphi(x, y, z) \tag{1}$$

et la solution cherchée V est assujettie, en outre, à certaines conditions de continuité et à prendre des valeurs données sur une surface fermée.

» Dans un grand nombre de cas, le problème ne comporte qu'une solution et M. Le Roy commence par étudier cette proposition, qui a été démontrée d'abord par M. Picard. En se servant d'une remarque de M. Paraf, l'auteur complète sur certains points les résultats de M. Picard, qu'il retrouve d'ailleurs et qu'il expose d'une manière originale.

» Abordant ensuite le cas où l'équation (1) est linéaire et où

$$a\,dx + b\,dy + c\,dz$$

est une différentielle exacte, M. Le Roy se préoccupe de démontrer la possibilité du problème. Ses méthodes sont calquées sur celles qui servent à établir le principe de Dirichlet; mais elles ne supposent pas ce principe établi, sauf dans les domaines sphériques.

» Après avoir démontré un théorème analogue à celui de Harnack, M. Le Roy résout le problème pour une sphère et pour un domaine limité par deux sphères concentriques. Il y arrive par une combinaison de la méthode des approximations successives de M. Picard et du procédé alterné de M. Schwarz. Pour étendre le résultat à un domaine quelconque, l'auteur se sert de la méthode du balayage, qu'il adapte à son objet nouveau par d'ingénieux perfectionnements.

» Cette première Partie se termine par d'intéressantes propositions relatives aux équations non linéaires.

» Dans la seconde Partie de son Mémoire, l'auteur étudie des fonctions qu'il appelle *fondamentales* et qui sont des potentiels de simple couche satisfaisant, sur la surface attirante, à l'équation

$$\frac{dV}{dn} + \frac{dV'}{dn'} = \lambda V.$$

» Ces fonctions ne sont pas identiques à celles que M. Poincaré a étudiées dans son travail sur la méthode de Neumann et qui satisfont à l'équation

$$\frac{dV}{dn} = \lambda \frac{dV'}{dn'},$$

mais elles peuvent se traiter de la même manière et avec un succès analogue.

» Il est à remarquer que, pour ces fonctions nouvelles, la démonstration peut s'étendre aux surfaces multiplement connexes.

» M. Le Roy généralise ces fonctions et arrive à une classe très générale de fonctions fondamentales comprenant à la fois, comme cas particuliers, celles dont il vient d'être question et celles de M. Poincaré.

» Il peut montrer ainsi que la méthode de Neumann est applicable aux surfaces multiplement connexes, ou à trouver la valeur de V, connaissant $\frac{dV}{dn}$ sur une surface fermée.

» La troisième Partie est consacrée au refroidissement des corps solides.

» Le cas où la surface est maintenue à une température constante peut se traiter à l'aide d'une ingénieuse généralisation de la méthode du balayage.

L'analogie avec le problème de Dirichlet est parfaite. On retrouve les mêmes séries procédant suivant des fonctions analogues aux fonctions fondamentales, et M. Le Roy montre aussi que les procédés d'approximations successives de M. Picard sont encore applicables.

» On voit quelle est la variété des problèmes traités par l'auteur, et l'ingéniosité des procédés qu'il a employés. Le Mémoire présenté au jugement de l'Académie réalise un important progrès dans les méthodes de la Physique mathématique et nous paraît mériter d'être inséré au *Recueil des Savants étrangers*. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Physique végétale du Muséum d'Histoire naturelle, vacante par suite du décès de M. *Georges Ville*.

(Renvoi aux Sections de Botanique et d'Économie rurale.)

M. le **Préfet de la Seine** informe l'Académie que le Conseil municipal vient d'autoriser l'érection du monument à la mémoire de Lavoisier, sur la place de la Madeleine. Une subvention de trois mille francs avait été votée récemment pour cet objet.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les Comptes rendus du deuxième Congrès international de Chimie appliquée, organisé par l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie de France et des Colonies.

2° Un Ouvrage de M. *Delebecque* intitulé « Les lacs français ». (Présenté par M. Michel Lévy.) M. le Secrétaire perpétuel insiste sur l'importance des résultats obtenus par l'auteur, aux points de vue géographique, géologique, physique et chimique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Villiger (1897, nov. 19), faites à l'observatoire d'Alger (équatorial coudé de $0^m,318$)*, par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1897.	Grandeur.	Étoiles de comparaison.	Planète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Nov. 22....	*a*	9	−1.44,70	− 5.39,0	12 : 8	R
22....	*a*	»	−1.46,42	− 5.36,4	12 : 8	S
23....	*a*	»	−2.53,35	− 4.28,7	12 : 8	R
23....	*a*	»	−2.58,09	− 4.24,5	12 : 8	S
24....	*b*	6,1	+1.11,85	−12.31,2	15 : 10	R
24....	*b*	»	+1.11,15	−12.31,5	15 : 10	S
25....	*b*	»	−0. 1,04	−11.44,6	10 : 10	S
25....	*b*	»	−0. 3,19	−11.42,9	15 : 10	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 22..	*a*	4.24.50,03	+ 5,93	+31. 3.24,6	+16,2	Weisse II, n° 478.
23..	*a*	4.24.50,03	+ 5,94	+31. 3.24,6	+16,3	Idem.
24..	*b*	4.19.32,65	+ 5,96	+31.12.26,1	+17,0	Paris, 5105.
25..	*b*	4.19.32,65	+ 5,97	+31.12.26,1	+17,1	

Positions apparentes de la planète.

Dates 1897.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 22....	10.58.44	4.23.11,26	$\bar{1},253_n$	+30.58. 1,8	0,029
22....	11.30.13	4.23. 9,54	$\bar{1},024_n$	+30.58. 4,4	$\bar{1},972$
23....	9.53. 3	4.22. 2,62	$\bar{1},491_n$	+30.59.12,2	0,175
23....	11.17.37	4.21.57,88	$\bar{1},091_n$	+30.59.16,4	$\bar{1},982$
24....	9.26.25	4.20.50,46	$\bar{1},545_n$	+31. 0.11,9	0,231
24....	9.49.24	4.20.49,76	$\bar{1},480_n$	+31. 0.11,6	0,165
25....	9.58.16	4.19.37,58	$\bar{1},372_n$	+31. 0.58,6	0,084
25....	10.27.17	4.19.35,43	$\bar{1},333_n$	+31. 1. 0,3	0,072

ASTRONOMIE. — *Sur deux occultations des Pléiades par la Lune.* Note de M. **Lagrula**, présentée par M. Lœwy.

« Dans une série d'occultations d'étoiles par la Lune, observées à des époques suffisamment rapprochées, on peut admettre que les corrections à apporter aux Tables de notre satellite varient proportionnellement avec le temps. Il est alors possible de combiner entre elles les équations de condition fournies par les différents phénomènes observés. On peut obtenir ainsi, avec beaucoup de précision, le demi-diamètre et les coordonnées de la Lune à l'époque moyenne, et même, dans certains cas, sa parallaxe.

» C'est dans ce but que j'ai discuté les deux importantes occultations des Pléiades par la Lune, observées à Lyon, le 23 juillet et le 13 octobre 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 289 et 635).

» Les résultats de cette discussion sont inscrits dans le Tableau suivant où D et π représentent le demi-diamètre et la parallaxe de la Lune à sa distance moyenne; $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ les corrections, en ascension droite et en déclinaison, qui doivent être appliquées aux coordonnées des Tables de Hansen corrigées des nombres de Newcomb.

Temps moyen de Paris 1897.	D.	π.	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.	Nombre d'observations.
Juillet 23 à $13^h 9^m$....	$15'.32'',87 \pm 0'',14$	indéterminée	$+0^s,30 \pm 0^s,01$	$-0'',1 \pm 0'',2$	36
Octobre 13 à $14^h 5^m$...	$15'.32'',86 \pm 0'',24$	$57'.3'',2 \pm 1'',0$	$+0^s,31 \pm 0^s,02$	$+0'',5 \pm 0'',4$	29

» La concordance remarquable des erreurs de position de notre satellite à ces deux dates provient, probablement, de ce que cet astre était sensiblement au même point de son orbite. D'ailleurs, les nombres $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ ne peuvent être affectés que des seules erreurs systématiques suivantes :

» 1° *La moyenne des erreurs de « position adoptée » pour les étoiles* ($\Delta\alpha_*$ en ascension droite, $\Delta\delta_*$ en déclinaison).

» Les autorités auxquelles je me suis référé sont : les mesures micrométriques de Wolf, 1874; les mesures photographiques de H. Jacoby, 1873; les catalogues de la *Connaissance des Temps*, de Lyon, en ascension droite (non publié), de Newcomb, du *Berliner Jahrbuch* et du *Nautical Almanac*.

» J'ai adopté les mouvements propres de Wolf.

» 2° *L'équation moyenne dans ce genre d'observation* ($\Delta\theta$ exprimée en secondes de temps).

» 3° Dans la série du 23 juillet, *la détermination de la parallaxe n'a pu être séparée du calcul des corrections* $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ (j'appellerai $\Delta\pi$ la correction, exprimée en secondes d'arc, à la parallaxe adoptée par la *Connaissance des Temps*).

» Il résulte de ces différentes sources d'erreurs que, si leur valeur numérique était connue, les quantités $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$, données plus haut, devraient être remplacées par les expressions suivantes :

$$\text{Juillet 23} \ldots\ldots\ldots \begin{cases} \Delta\alpha = +0^s,30 \pm 0^s,01 + \Delta\alpha^s_* - 0^s,034\,\Delta\theta - 0^s,051\,\Delta\pi, \\ \Delta\delta = -0'',1 \pm 0'',2 + \Delta\delta''_* - 0'',16\,\Delta\theta + 0'',63\,\Delta\pi. \end{cases}$$

$$\text{Octobre 13} \ldots\ldots\ldots \begin{cases} \Delta\alpha = +0^s,31 \pm 0^s,02 + \Delta\alpha''_* - 0^s,024\,\Delta\theta, \\ \Delta\delta = +0^s,5 \pm 0'',4 + \Delta\delta''_* - 0'',09\,\Delta\theta. \end{cases}$$

» On voit que ces erreurs systématiques ne peuvent être que très faibles et que la précision des coordonnées de la Lune, ainsi déterminées, reste très grande. D'autre part, les valeurs que j'ai obtenues pour le demi-diamètre s'accordent très bien avec le nombre suivant, adopté par la *Connaissance des Temps*, dans les calculs d'occultations, et déduit d'un grand nombre d'observations de ces phénomènes :

$$D = 15'32'',83 \quad \text{(Küstner et Battermann).}$$

» Enfin, la valeur que la série du 13 octobre donne pour la parallaxe ne diffère de celle adoptée par le même éphéméride : $\pi = 57'2'',7$, que de $0'',5$, quantité inférieure à son erreur probable. »

ASTRONOMIE. — *Emploi de la méthode des moindres carrés pour révéler la présence d'erreurs systématiques.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« La détermination de la position exacte du nadir est une opération fondamentale au point de vue astronomique, puisqu'elle concerne une constante absolue dont la connaissance est indispensable pour établir des coordonnées célestes absolues et précises ; en principe il suffit de placer une lunette méridienne, par exemple, verticalement, de sorte qu'un fil de déclinaison de l'oculaire coïncide avec son image réfléchie sur un miroir horizontal (bain de mercure), et de lire alors la position du cercle de dis-

tances polaires entraîné par la lunette pour avoir connaissance de la verticale instrumentale. Dans ces conditions les lectures devraient être sensiblement constantes : au grand cercle méridien de l'observatoire de Paris, instrument puissant et délicat, les lectures s'effectuent à six microscopes placés, devant le cercle des hauteurs, à 60° les uns des autres.

» Si l'on tient compte alors de ce fait que l'erreur possible sur chaque lecture de microscope est $\leqq 0'',4$, ainsi que sur chacune des dix lectures faites simultanément au micromètre oculaire, on trouve que l'erreur moyenne d'une détermination nadirale devrait avoir la très faible valeur $\pm 0'',21$.

» Pratiquement les écarts sont beaucoup plus considérables, et cette détermination des plus délicates demande d'être fréquemment répétée pour éliminer, autant que possible, d'une série d'observations, les variations inexpliquées, tantôt lentes et progressives, tantôt subites, qu'éprouve la position de la verticale déterminée expérimentalement, par les mêmes observateurs, à quelques heures seulement d'intervalle. Pour fixer les idées, les valeurs trouvées, au grand cercle méridien, ont été de $54'',52$ et $61'',99$ le 13 mai et le 5 juin 1897.

» Or, dans un intervalle de temps aussi restreint, semblables variations sont inadmissibles en tenant compte de la précision de l'instrument qui est en jeu, et l'on est naturellement conduit à se demander quelles peuvent être, en dehors des causes fortuites, les erreurs susceptibles d'entacher une telle observation.

» Les causes d'erreur sont de deux sortes :

» 1° Les unes dépendent des écarts que présente l'instrument avec son état idéal, absolu; soit, par exemple : valeurs des tours de vis du micromètre, des microscopes, excentricité du cercle..., généralement à lentes variations et dont nous ne voulons pas nous occuper pour l'instant, puisque les observations employées en ont été purgées avec une exactitude très suffisante.

» 2° Les autres seront des fonctions complexes de l'état astronomique ou météorologique de l'observation.

» La seule cause de cette nature qui semble devoir intervenir est la température; sans compter les déformations de la lunette, elle peut, en effet, déterminer des variations dans la position du cercle des hauteurs par rapport aux microscopes et des déplacements des microscopes, même par rapport au pilier où ils sont encastrés. Nous allons voir s'il est possible de déterminer quantitativement cette influence :

» Soient $x_1, x_2, \ldots, x_6$ les lectures *constantes* que l'on devrait faire aux six microscopes lorsque la lunette est verticale, et $x'_1, x'_2, \ldots, x'_6$, celles qui ont été réellement effectuées, θ la température du cercle ; nous écrirons pour chaque microscope, à chaque observation, des équations de la forme

$$x_1 + \lambda\theta + \mu\theta^2 = x'_1,$$

où λ et μ figurent des coefficients de déplacement de chaque microscope par rapport à la position correspondante du cercle ou inversement. θ compté en dixièmes de degré, de part et d'autre de 15°, varie de -70 à $+69$ dans nos équations de condition, d'après les observations effectuées du 10 mai au 21 juin.

» Nous avons ainsi opéré sur cinquante déterminations nadirales qui correspondent, en réalité, à une centaine de lectures du cercle, car ces déterminations sont effectuées deux fois de suite, à trois minutes environ d'intervalle, et nous avons utilisé les moyennes de ces groupes de deux observations; pour chaque microscope nous avions donc cinquante équations de condition à trois inconnues, x, λ, μ, qui, résolues par la méthode des moindres carrés, nous ont fourni les résultats suivants :

Microscope.	$x - 60$.	Erreur moyenne sur $x - 60$.	λ.	Erreur moyenne sur λ.	μ.	Erreur moyenne sur μ.
1......	−1,74	±0,37	+0,0456	±0,0077	+0,00014	±0,00019
2......	−0,07	±0,43	+0,0838	±0,0089	+0,00102	±0,00022
3......	−1,86	±0,44	+0,0826	±0,0092	+0,00056	±0,00023
4......	−2,27	±0,52	+0,0825	±0,0108	+0,00068	±0,00027
5......	−3,37	±0,18	+0,0046	±0,0037	−0,00021	±0,00009
6......	−6,72	±0,74	−0,0490	±0,0153	−0,00056	±0,00038

» Ces valeurs constantes des x entraînent, pour le nadir, une valeur *absolue* (à 15°) égale à 221°9′57″,329 et l'étude des résidus d'équations assignerait à cette valeur une *erreur moyenne* de 0″,195 ou une *erreur probable* de 0″,132.

» La connaissance de ces constantes montre que les corrections qu'elles nécessitent sont loin d'être négligeables ; elles peuvent, en effet, atteindre rapidement quelques secondes pour certains microscopes, car tous ne sont pas également sensibles à l'action de la température et expliquent ce que l'on savait déjà d'une manière vague en disant que, en général, le nadir monte avec la température. Au reste, nous ne mesurons pas ici de déplacement absolu ; cependant, pour mesurer les déplacements *relatifs*

du cercle et du pilier, ces coefficients sont assez considérables si l'on veut songer qu'ils correspondent à un dixième de degré de température, et c'est à leur ordre de grandeur seul que nous voulons actuellement nous attacher.

» La connaissance de ces constantes est-elle suffisante? Pour s'en rendre compte, il suffit de s'en servir pour corriger, à chaque observation, la lecture effectuée à un microscope et de voir comment sont modifiés les écarts maxima pour chaque microscope qui, dans des conditions déterminées, devrait fournir une détermination constante :

Microscope.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Écart maxima observé..........	9,16	13,91	11,98	14,79	4,11	12,16
Écart maxima après correction...	6,74	9,48	8,86	8,70	3,56	13,82

tandis que, pour la valeur du nadir, moyenne des lectures aux six microscopes, l'écart est réduit de 7,47 à 6,10.

» Ce n'est pas en augmentant le nombre de paramètres dans nos équations que la représentation eût été meilleure, car ce procédé, illusoire, cesse de correspondre à la signification véritable de ces constantes. Il y a là des causes systématiques que peut révéler l'étude approfondie des équations et de leurs résidus. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner* $0^{m},16$) *pendant le troisième trimestre de* 1897, par M. **J. Guillaume**. Note présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée page 484 du t. CXXV des *Comptes rendus*.

» Il y a eu cinquante-sept jours d'observation pendant ce trimestre.

» *Taches*. — Le nombre des groupes est très peu supérieur à celui du second trimestre (40 contre 36), mais la surface totale a augmenté d'environ un tiers; on a, en effet, 3250 millionièmes au lieu de 2341.

» En aucun des jours d'observation, le Soleil n'a été vu sans taches.

» Les deux groupes suivants du Tableau I ont été visibles à l'œil nu :

$$\text{Août } \lambda 8,9 \text{ et } \beta - 6^{\circ}; \text{ septembre } \lambda 7,5 \text{ et } \beta - 11^{\circ}.$$

Tous deux sont dans l'hémisphère austral (il y en a eu deux également dans le même hémisphère le trimestre précédent).

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules ont diminué de moitié environ dans l'hémisphère boréal; on a, effectivement, 24 groupes au nord de l'équateur et 43 au sud, au lieu de 49 au nord et 40 au sud. Enfin, au total, on a 67 groupes et une surface de 64,3 millièmes contre 89 groupes et 70,3 millièmes fournis par le précédent trimestre.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
	Juillet 1897.	0,00			
28- 9	9	4,4	— 4		151
9-10	2	5,9	—13		20
3-14	7	9,2	—11		70
13-15	3	10,5	—12		35
13-16	3	11,4		+ 7	15
6-16	7	12,9	— 7		65
13-17	3	13,5	— 6		2
14-19	5	17,5	— 6		12
21	1	20,0	—14		4
19-24	4	24,6	—10		20
21-31	9	26,0	—10		244
20-31	10	26,4		+12	112
29-31	3	30,0		+ 7	6
	23 j.		— 9°,3	+ 8°,7	
	Août 1897.	0,00			
31- 3	3	5,0	—10		27
2-14	11	8,9	— 6		685
5-11	6	11,0	—16		31
9-16	4	11,2	— 8		77
10-11	2	15,9		+18	6
13-14	2	18,7	— 2		5
16-27	5	21,9	— 8		106
25	1	24,8		+ 9	8
	Août 1897 (suite).	0,00			
27	1	25,8	—13		2
27	1	26,9		+ 8	14
31	1	30,4		+ 4	5
	18 j.		— 9°,0	+ 9°,7	
	Septembre 1897.	0,00			
1- 4	2	3,8	— 9		3
4- 8	4	4,4	— 4		240
30- 8	7	5,2	— 6		150
31-12	7	6,6		+14	112
4-12	5	7,5	—11		458
12	1	8,0		+11	15
4- 8	4	8,5	—12		228
6-12	4	9,0	— 8		70
18	1	16,2	—14		10
22	1	17,9		+17	9
18-22	3	19,8	—17		12
17-24	5	21,2		+ 9	26
18-22	3	22,4		+ 5	3
20-29	7	23,5	— 9		95
22-30	7	26,6		+ 5	57
20-29	8	26,7		+11	70
	16 j.		—10°,0	+10°,3	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1897.	Sud 90°-40°	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°	Nord 10°-20°	Nord 20°-30°	Nord 30°-40°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet.....	»	»	»	4	6	10	3	2	1	»	»	»	13	756
Août......	»	»	»	2	5	7	4	3	1	»	»	»	11	966
Septembre.	»	»	»	4	5	9	7	3	4	»	»	»	16	1528
Totaux..	»	»	»	10	16	26	14	8	6	»	»	»	40	3250

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1897.	Sud. 90°. 40°. 30°. 20°. 10°. 0°.					Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°. 10°. 20°. 30°. 40°. 90°.					Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet......	»	1	1	6	9	17	9	7	1	1	»	»	26	21,5
Août.......	»	1	1	6	7	15	6	2	3	1	»	»	21	18,3
Septembre..	»	»	»	4	7	11	9	4	5	»	»	»	20	24,5
Totaux...	»	2	2	16	23	43	24	13	9	2	»	»	67	64,3

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de l'altitude et de la chaleur sur la décomposition de l'acide oxalique par la lumière solaire.* Note de M. **J. Vallot** et de Mme **Gabrielle Vallot**, présentée par M. Duclaux.

« L'action chimique des radiations solaires est beaucoup moins connue que l'action calorifique, et n'a été, jusqu'à ces derniers temps, qu'incomplètement étudiée. M. Duclaux a créé récemment une nouvelle méthode d'actinométrie chimique, basée sur la décomposition par la lumière d'une solution d'acide oxalique préparée dans certaines conditions.

» Il est utile, pour préciser l'état de la question, de rappeler les principaux résultats qu'il a obtenus :

» 1° La chaleur, agissant seule, ne produit qu'une décomposition négligeable.

» 2° La puissance actinique de la lumière est plus grande dans les pays du Nord que dans les régions tempérées.

» 3° La décomposition actinique, après un temps mort au commencement de l'exposition, n'est pas proportionnelle au temps, mais s'opère d'une manière accélérée.

» Sur le conseil de M. Duclaux, nous avons entrepris, en deux stations d'altitude différente, une série d'expériences simultanées, dans le but de continuer ces études sur les points qui n'avaient pas encore pu être étudiés. Voici les résultats que nous avons obtenus :

» 1° Une série d'expériences simultanées, faites à Chamonix (1095m) et au Montanvert (1925m), pendant neuf belles journées, nous a donné constamment une décomposition chimique beaucoup plus considérable à la station supérieure. Le rapport, dans les journées les plus comparables, a varié entre 1,5 et 2,9, la moyenne étant de 2,1 pour une différence de niveau de 830m. L'actinisme chimique augmente donc rapidement avec l'altitude, beaucoup plus que ne le faisait prévoir la variation dans la radiation calorifique.

» 2° D'après des expériences exécutées à Chamonix, le verre arrête une grande partie

des rayons chimiques. Cette absorption est variable; la moyenne des sept journées a donné une absorption de moitié produite par une cloche de verre très mince.

» 3° La chaleur, qui n'a qu'une très faible action décomposante par elle-même, acquiert une puissance très considérable à la lumière; ainsi, une solution exposée simplement au soleil a subi une combustion de 10 pour 100, tandis qu'une solution exposée en même temps, mais qui a été maintenue artificiellement à une température plus élevée de 12°, a subi une combustion de 50 pour 100.

» Il résulte donc des expériences de cette année que la température joue un rôle beaucoup plus considérable qu'on ne l'aurait cru d'abord et superpose sa propre influence à l'action de la lumière.

» Les radiations calorifiques, inertes par elles-mêmes, n'en exaltent pas moins l'effet des radiations chimiques, et si les choses se passent dans les végétaux comme dans les solutions d'acide oxalique, c'est dans une combinaison de la lumière et de la chaleur qu'on doit chercher les lois de la végétation, et non dans un seul de ces facteurs, comme on l'a fait par la méthode des sommes de températures.

» 4° Dans cette action combinée de la lumière et de la chaleur, c'est la lumière qui produit l'effet prépondérant. En effet, si l'on place les cuvettes de verre contenant les solutions sur des papiers de couleur différente, l'un noir et l'autre blanc, la combustion chimique est presque double avec le papier blanc, qui produit un éclairement plus considérable et une température plus basse, de ce qu'elle est avec le papier noir, qui ne réfléchit pas la lumière et augmente de plusieurs degrés la température de la solution.

» L'intensité considérable des décompositions chimiques produites par la lumière aux grandes altitudes explique les effets de brûlure produits sur la peau de l'homme séjournant sur les hautes montagnes. D'un autre côté, M. le professeur Mosso a montré expérimentalement que ces effets nocifs sont grandement atténués lorsqu'on noircit la peau avec du noir de fumée, ce qui semble paradoxal au premier abord. Nos expériences donnent la clé de ce phénomène : le noir, bien qu'augmentant la température, diminue assez l'action lumineuse pour abaisser très fortement la combustion solaire. On comprend, dès lors, que les nègres puissent résister au soleil des tropiques beaucoup plus facilement que les blancs. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le théorème fondamental de la Géométrie projective.* Note de M. **H.-G. Zeuthen**, présentée par M. Darboux.

« La démonstration du théorème fondamental de la Géométrie projective que l'Académie a bien voulu insérer aux *Comptes rendus* du 2 novembre

présente une lacune essentielle, que M. Juel m'a fait observer immédiatement après la publication. Elle n'affecte ni le théorème que j'ai énoncé sur le quadrilatère complet, ni la démonstration que j'en fais. La réduction du nombre des projections reste donc indépendante du théorème fondamental dont je cherchais une nouvelle démonstration.

» Il en est autrement pour ma démonstration du théorème sur les droites qui rencontrent trois droites fixes. En effet, pour l'établir, je fais usage de l'involution des six points d'intersection d'une droite avec les côtés d'un quadrigone complet. Il est vrai que von Staudt et ses successeurs démontrent au commencement de la Géométrie projective que cinq de ces points en déterminent le sixième, ou bien que tous les six points d'intersection de côtés *homologues* de deux quadrigones complets se trouveront sur une droite qui en contient déjà les cinq; mais, que cette détermination reste en vigueur si, dans un des quadrigones, on intervertit deux côtés opposés; on n'en connaît aucune démonstration indépendante du théorème fondamental qu'il s'agissait d'établir. Il ne m'était donc pas permis d'appliquer le théorème sur l'involution à un cas de cette dernière nature.

» Tout en regrettant d'avoir publié une démonstration incomplète, je crois utile d'avoir attiré l'attention sur la question qui m'a occupé. Une démonstration du théorème fondamental, indépendante des déterminations de von Staudt, qui, à la manière des déterminations métriques, ne s'étendent que successivement et par des approximations infinies à tous les points d'une droite, présentera plusieurs avantages, si elle est possible; et, si elle ne l'est pas aussi, son impossibilité méritera une démonstration. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation aux périodes.* Note de M. X. STOUFF, présentée par M. Darboux.

« Désignons par λ un nombre premier de la forme $mp + 1$. Si l'on considère les périodes à p termes formées avec les racines $\lambda^{\text{ièmes}}$ de l'unité, elles sont racines d'une équation de degré m. Soit

$$\eta^m + A_1\eta^{m-1} + A_2\eta^{m-2} + \ldots + A_h\eta^{m-h} + \ldots + A_m = 0$$

cette équation. Le coefficient A_h peut s'exprimer comme fonction entière rationnelle de m à coefficients rationnels et la formule est valable, sauf pour *quelques valeurs exceptionnelles* de m *en nombre limité*, c'est-à-dire que l'on peut assigner, pour chaque coefficient A_h, une limite telle que, pour toutes les valeurs de m supérieures à cette limite, la formule donne la va-

leur exacte de A_h. La méthode qui permet de démontrer ces résultats donne aussi le moyen de trouver les corrections qui conviennent aux valeurs exceptionnelles de m.

» Si, par exemple, $\lambda = 3m + 1$, la formule du coefficient A_h est certainement valable si λ ne divise aucun des entiers inférieurs à $2h^2$; l'équation aux périodes se présente, sauf pour les valeurs exceptionnelles de m, sous la forme

$$\begin{aligned}&\eta^m + \eta^{m-1} + 2\eta^{m-2} - (2m-4)\eta^{m-3}\\ &\quad - (2m-11)\eta^{m-4} - (4m-29)\eta^{m-5} + (2m^2 - 23m + 73)\eta^{m-6}\\ &\quad + (2m^2 - 37m + 207)\eta^{m-7} + (4m^2 - 88m + 574)\eta^{m-8} - \ldots = 0.\text{ »}\end{aligned}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions besséliennes* $S^n(x)$ *et* $O^n(x)$. Note de M. L. Crelier.

« Dans la Note du 6 septembre dernier, les valeurs $O^n(x)$ et $S^n(x)$ étaient représentées par les formules nouvelles

$$(1)\qquad O^n(x) = \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}[sf_{n-1}(2s, 0) + f_{n-2}(2s, 0)]\, ds,$$

$$(2)\qquad S^n(x) = 2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} f_{n-1}(2s, 0)\, ds.$$

$f_n(2s, 0)$ étant le numérateur de la $n^{\text{ième}}$ réduite de la fraction continue

$$[a,\quad a+b,\quad a+2b,\quad a+3b,\quad \ldots,\quad a+(n-1)b,\quad \ldots],$$

quand $a = 2s$ et $b = 0$. Dans la suite, on écrira simplement f_n.

» En dérivant suivant x, on obtient facilement

$$(3)\qquad \frac{\partial O^n(x)}{\partial x} = -\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(s^2 f_{n-1} + s f_{n-2})\, ds,$$

$$(4)\qquad \frac{\partial S^n(x)}{\partial x} = -2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_{n-1}\, ds.$$

» Ces valeurs pour les dérivées des fonctions $O^n(x)$ et $S^n(x)$ se transforment aisément en sommations, en suivant la méthode de raisonnement employée pour les fonctions directes. En outre, on peut déduire *a priori* les valeurs des dérivées secondes ou troisièmes.

» Les valeurs de $S^{n+1}(x)$ et $S^{n-1}(x)$, développées suivant (1) et addi-

tionnées, en tenant compte de

$$f_n = 2s f_{n-1} + f_{n-2},$$

donnent de suite

$$S^{n+1}(x) + S^{n-1}(x) = 4\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(sf_{n-1} + f_{n-2})\,ds,$$

soit

(5) $$S^{n+1}(x) + S^{n-1}(x) = 4O^n(x).$$

» Sans autre raisonnement, la soustraction des mêmes valeurs donne

$$S^{n+1}(x) - S^{n-1}(x) = 4\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_{n-1}\,ds,$$

les termes en f_{n-2} s'étant détruits. On a, d'après (4),

(6) $$S^{n-1}(x) - S^{n+1}(x) = 2\frac{\partial S^n(x)}{\partial x}.$$

» Les mêmes développements avec $O^{n+1}(x)$ et $O^{n-1}(x)$ conduisent sans autre à

$$O^{n+1}(x) + O^{n-1}(x) = \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}\underbrace{(sf_n + f_{n-1} + sf_{n-2} + f_{n-3})}_{=2s^2 f_{n-1} + 2f_{n-1}}\,ds,$$

d'où

(7) $$O^{n+1}(x) + O^{n-1}(x) = \frac{\partial^2 S^n(x)}{\partial x^2} + S^n(x),$$

$$O^{n-1}(x) - O^{n+1}(x) = \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}\underbrace{(sf_{n-2} + f_{n-3} - sf_n - f_{n-1})}_{=-2s(sf_{n-1} + f_{n-2})}\,ds,$$

(8) $$O^{n-1}(x) - O^{n+1}(x) = 2\frac{\partial O^n}{\partial x}.$$

» Donc : *La représentation nouvelle des fonctions* $O^n(x)$ *et* $S^n(x)$ *permet de déduire d'une façon simple et rapide quatre de leurs propriétés principales* (5), (6), (7) *et* (8). (7) est une nouvelle relation; à l'inverse de (5) elle conduit des fonctions $O^n(x)$ aux fonctions $S^n(x)$. Les trois autres sont bien connues.

» *Ces quatre relations subsistent quand on dérive les équations suivant* x.

» Cette proposition se démontre aisément, d'abord par la formule (6).

» D'après (4), on a

$$\frac{\partial S^{n+1}(x)}{\partial x} = -2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_n\,ds = -\underbrace{4\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s^2 f_{n-1}\,ds}_{=-2\frac{\partial^2 S^n(x)}{\partial x^2}} - \underbrace{2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_{n-2}\,ds.}_{=\frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x}}$$

» On a donc

(10)
$$\frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x} - \frac{\partial S^{n+1}(x)}{\partial x} = 2\frac{\partial^2 S^n(x)}{\partial x^2}.$$

» Pour la formule (8), un raisonnement identique donne

$$\frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x} = -\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(s^2 f_n + s f_{n-1})\,ds$$
$$= \underbrace{-2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s^2 (s f_{n-1} + f_{n-2})\,ds}_{= -2\frac{\partial^2 O^n(x)}{\partial x^2}} \underbrace{- \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s(s f_{n-2} + f_{n-3})\,ds}_{= \frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x}},$$

et enfin

(12)
$$\frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x} - \frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x} = 2\frac{\partial^2 O^n(x)}{\partial x^2}.$$

» Pour la formule (7), il suffit de développer $\frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x}$ et $\frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x}$, et d'additionner :

$$\frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x} + \frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x} = -\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(s^2 f_n + s^2 f_{n-2} + s f_{n-1} + s f_{n-3})\,ds;$$

la substitution connue (p. 422) laisse

$$= -2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(s^3 f_{n-1} + s f_{n-1})\,ds.$$

D'où

(11)
$$\frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x} + \frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x} = \frac{\partial^3 S^n(x)}{\partial x^3} + \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x}.$$

» Pour la formule (5), on peut remarquer que $O^n(x)$ se ramène, en étudiant la formule (1), à

$$O^n(x) = \frac{1}{2} S^{n-1}(x) - \frac{1}{2}\frac{\partial S^n}{\partial x}.$$

» Ceci développé pour $O^{n-1}(x)$ et $O^{n+1}(x)$, puis les valeurs réunies par soustraction, on obtient

$$2\frac{\partial O^n(x)}{\partial x} = \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial S^{n+1}(x)}{\partial x} - \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x}\right);$$

donc

(9)
$$\frac{\partial S^{n+1}(x)}{\partial x} + \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x} = 4\frac{\partial O^n(x)}{\partial x}.$$ C. Q. F. D.

» *Remarque sur les formules par différence.* — Les formules (6) et (8) conduisent à des sommations intéressantes, qui peuvent se résumer dans les deux lois suivantes :

» 1. *Une fonction bessélienne de deuxième espèce* $S^n(x)$ *ou* $O^n(x)$ *à indice*

positif, et prise négativement, est égale à deux fois la somme des dérivées suivant x de toutes les mêmes fonctions inférieures à indices positifs, mais de parité différente, moins une constante :

$$-S^n(x) = -\frac{2\sin^2\frac{n\pi}{2}}{x} + 2\sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n-1}{2}} \frac{\partial S^{n-(2\lambda+1)}(x)}{\partial x},$$

$$-O^n(x) = -\left[\frac{\sin\frac{n\pi}{2}}{\chi^2} + \frac{\sin\frac{(n-1)\pi}{2}}{\chi}\right] + 2\sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n-1}{2}} \frac{\partial O^{n-(2\lambda+1)}(x)}{\partial x}.$$

» 2. *La somme de deux fonctions besséliennes de deuxième espèce* $O^n(x)$ *ou* $S^n(x)$, *à indices consécutifs, prise négativement, est égale à deux fois la somme des dérivées suivant x de toutes les mêmes fonctions inférieures à indices positifs, moins une constante :*

$$-[S^n(x) + S^{n-1}(x)] = -\frac{2}{x} + 2\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n-1} \frac{\partial S^\lambda(x)}{\partial x},$$

$$-[O^n(x) + O^{n-1}(x)] = -\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x^2}\right) + 2\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n-1} \frac{\partial O^\lambda(x)}{\partial x}.$$

» Les formules (10) et (12) conduisent à des lois analogues pour les dérivées premières, considérées comme sommations de dérivées secondes.

» Les formules qui en résultent se déduisent facilement et donnent des valeurs analogues aux précédentes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les potentiels explosifs statique et dynamique. Réponse à M.* Jaumann. Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« Je demande la permission à l'Académie de répondre brièvement aux objections que M. Jaumann vient de formuler ([1]) contre mes recherches, dont les résultats ont été publiés presque entièrement dans les *Comptes rendus* ([2]).

» M. Jaumann admet l'exactitude de ces résultats pour mes propres

([1]) *Wied. Ann.*, 1897, t. LXII, p. 396.

([2]) 8 et 22 juillet 1896; voir aussi *Thèse*, Paris, 1897, ou *Éclairage électrique*, mai-juin 1897.

expériences; mais il en conteste l'extension à plusieurs de ses expériences personnelles que je n'avais pas encore réfutées. Je ne discuterai que la principale d'entre elles, me réservant de faire une réponse plus complète dans un autre endroit.

» M. Jaumann prend deux excitateurs identiques à pôles dissymétriques $e_1 E_1$, $e_2 E_2$. Les pôles e_1 et e_2 ont un faible rayon de courbure ($0^{mm}, 5$ à 5^{mm}); les pôles E_1 et E_2 ont un grand rayon de courbure (plus de $1^{cm}, 5$). On réunit métalliquement la petite boule de l'un des excitateurs à la grosse boule de l'autre par les conducteurs $e_1 E_2$, $e_2 E_1$; on joint respectivement $e_1 E_2$ et $e_2 E_1$ aux pôles d'une machine électrostatique par un conducteur interrompu par une étincelle de 1^{mm} de long f_1 et f_2.

» Le système est complètement isolé. On tourne la machine d'une façon continue : celle-ci se décharge par les excitateurs dérivés, tantôt par $e_1 E_1$, tantôt par $e_2 E_2$. Si les distances explosives sont convenablement réglées, les étincelles passent sensiblement avec la même fréquence en $e_1 E_1$ et en $e_2 E_2$; si alors on vient à toucher le conducteur $e_1 E_2$ en un point quelconque, toutes les étincelles éclatent *exclusivement* en $e_2 E_2$; de même, si l'on touche le conducteur $e_2 E_1$, les étincelles éclatent *exclusivement* en $e_1 E_1$.

» M. Jaumann explique cette expérience de la façon suivante : si l'on met le conducteur $e_1 E_2$ au sol, on supprime les brusques variations de potentiel aux pôles e_1 et E_2, dues à l'étincelle f_1, mais leur amplitude n'est pas modifiée sur les pôles isolés $e_2 E_1$. *Si l'on admet cette hypothèse que de brusques variations de potentiel diminuent le potentiel explosif, même si l'excitateur est dans l'obscurité,* et si l'on suppose de plus que ces variations ont un effet d'autant plus grand que le pôle a une courbure plus grande, l'expérience est compliquée.

» Je me propose de rendre compte de cette expérience par cette proposition *expérimentale : Pour un excitateur dissymétrique* à boules inégales, *le potentiel explosif statique* (mesuré à l'électromètre par la charge *lente* d'une machine électrostatique) *dépend du pôle qui est en communication avec le sol; il est le moins élevé si le pôle de plus grand rayon de courbure est au sol* (la différence est de l'ordre de $\frac{1}{20}$ dans le cas actuel).

» Au cours de ces expériences, je retrouvai cette proposition surabondamment démontrée par M. Heydweiler [1], et qui avait glissé inaperçue; de sorte que, si l'on touche $e_1 E_2$, l'excitateur $e_2 E_2$ a le plus petit potentiel explosif, les étincelles passent exclusivement en $e_2 E_2$; si l'on touche $e_2 E_1$,

---

(1) *Wied. Ann.*, t. XLVIII, p. 233.

l'excitateur $e_1 E_1$ a le plus petit potentiel explosif, les étincelles passent en $e_1 E_1$.

» L'expérience réussit aussi bien quand les étincelles f_1 et f_2 n'existent pas, c'est-à-dire si l'on charge les excitateurs dérivés par la méthode statique.

» De sorte que l'expérience de M. Jaumann me paraît propre à démontrer que, *si les potentiels explosifs de deux excitateurs sont égaux dans la charge statique, ils restent égaux dans la charge dynamique* (¹). »

PHYSIQUE. — *Procédé simple pour constater le changement de période de la lumière du sodium dans un champ magnétique*. Note de M. **A. Cotton** (²), présentée par M. J. Violle.

« I. On peut constater très facilement le changement de la période vibratoire de la lumière du sodium, découvert par M. Zeeman, à l'aide d'un procédé très simple qui ne nécessite aucun appareil dispersif. Ce procédé est fondé sur une propriété particulière des flammes donnant la lumière du sodium, qui me paraît particulièrement propre à mettre en évidence de faibles changements de période vibratoire.

» Ces flammes sont enveloppées d'une gaine non lumineuse, mais encore chaude, et renfermant du sodium, que plusieurs procédés peuvent mettre en évidence (³). Le plus simple consiste à regarder la flamme A, en la plaçant devant une autre B choisie convenablement. L'enveloppe gazeuse étant absorbante, les bords de la flamme A apparaissent noirs. Crookes a remarqué ce fait en observant deux flammes d'alcools, placées dans une enceinte où l'on a fait brûler du sodium (⁴). J'ai constaté qu'on peut le mettre en évidence à l'aide de flammes, où l'on introduit par les procédés habituels un sel de sodium; à condition que la partie éclairante de la flamme B soit mince et peu chargée de sodium, par conséquent d'un éclat médiocre (⁵).

(¹) Institut de Physique de l'Université de Lille, 26 novembre 1897.

(²) Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

(³) Gouy, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII, p. 51 et 89; 1879.

(⁴) Cf. Mascart, *Optique*, t. III, p. 543.

(⁵) La flamme A ne doit pas être non plus trop brillante. J'emploie, par exemple, pour A une lampe à alcool, l'alcool renfermant un peu de bromure de sodium, et pour B un bec Bunsen ordinaire dont on approche une petite corbeille en fils de platine renfermant une trace du même sel.

» Ce sont là précisément les conditions dans lesquelles la lumière émise est la plus pure. On est ainsi conduit à penser que cette enveloppe extérieure de la flamme absorbe, comme toute vapeur renfermant du sodium, les radiations de la lumière du sodium, mais qu'elle ne présente dans cette région du spectre que deux raies d'absorption très étroites. C'est, en effet, ce qu'on peut constater directement à l'aide d'un spectroscope très dispersif. Cette propriété est due sans doute à la faible densité de la vapeur de sodium et à la valeur de la température dans cette partie de la flamme.

» *Ces raies d'absorption sont assez étroites pour que le changement très faible de la période vibratoire de la flamme* B, *produit par le champ magnétique, supprime l'absorption et fasse disparaître le bord noir de la flamme* A.

» II. Veut-on, en effet, constater le changement de période de la lumière émise *parallèlement* aux lignes de force, on munira l'électro-aimant de Ruhmkorff de deux armatures dont l'une est percée, et dont l'autre a, par exemple, la forme d'un cône arrondi. On place, un peu en dessous de cette armature, le brûleur B; puis, en dehors, à la sortie du canal traversant une des moitiés de l'électro-aimant, la seconde flamme A, dont on amène le bord sur le champ éclairé, limité par l'ouverture. On observe que ce bord noir disparaît *complètement* quand on excite l'électro-aimant.

» Pour les observations faites *perpendiculairement* aux lignes de force, on place entre les armatures formées, par exemple, de deux cônes arrondis, la flamme du brûleur B, et latéralement la seconde flamme. Le bord sombre de cette flamme *s'éclaircit*, lors du passage du courant, mais *ne disparaît pas*. Cela s'explique immédiatement puisque les vibrations parallèles aux lignes de force ne subissent aucun changement de période. En interposant, en effet, entre les deux flammes ou près de l'œil, un nicol, on observe qu'on n'a plus aucun changement lors de la fermeture du circuit, lorsque la petite diagonale du nicol est parallèle aux lignes de force. Si l'on tourne ce nicol de 90°, de façon à ne laisser passer que les vibrations normales au champ, le bord noir s'efface complètement par l'action du champ.

» III. On peut placer la flamme dont on observe le bord dans le champ magnétique, et l'autre flamme en dehors, de façon à étudier l'action du champ sur la couche absorbante elle-même. On observe encore la disparition du bord noir de la flamme lorsque le champ est suffisant. Je reviendrai prochainement sur ce point, qui est étroitement lié à l'explication des phénomènes de polarisation découverts par MM. Egoroff et Georgiewsky. M. Lorentz a précisément montré qu'on peut rattacher ces expériences à

celles de M. Zeeman, en tenant compte de l'absorption exercée, par les différentes couches de la flamme, sur les radiations qui les traversent (¹).

» *Observations.* — Je préciserai ailleurs les conditions expérimentales. Le courant utilisé était généralement de 14 ampères; mais on peut encore constater l'affaiblissement, sinon la disparition du bord noir, avec un courant moitié moindre. Je pense d'ailleurs qu'en choisissant convenablement la source de radiations ou la couche absorbante (par exemple en employant du sodium dans un tube vide), il sera possible de mettre en évidence des changements de période plus faibles, et, dans le cas de ces expériences, d'utiliser des champs moins intenses.

» Pour observer le bord noir qu'il s'agit d'étudier, il est très commode de projeter sur la seconde flamme, à l'aide d'une lentille convergente, l'image de la première. On peut utiliser une petite lunette pointée sur la seconde flamme, ce qui fixe la position de l'œil. Je dois cette modification à M. Bouasse qui a bien voulu m'aider dans ces expériences et vérifier mes conclusions. »

PHYSIQUE. — *Recherches osmotiques sur les solutions très étendues de sucre de canne.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 559) j'exprimais l'espoir de présenter à l'Académie les résultats des recherches que j'avais entreprises pour mesurer directement la pression osmotique ou la hauteur osmotique des solutions très étendues : j'avais déjà, à cette époque, réussi à préparer, par le procédé de Pfeffer modifié, des vases à parois semi-perméables pour les solutions de sucre de canne, et recherché une méthode permettant de faire des mesures avec le plus de précision possible. Je m'étais arrêté à la méthode suivante :

» La solution de sucre est placée dans le vase à paroi semi-perméable, et ce dernier est plongé dans l'eau pure. Le bouchon du vase est traversé par un tube de verre, disposé verticalement, et dans lequel la solution existe jusqu'à une certaine hauteur, exerçant ainsi une pression dans l'intérieur du vase. Le tout étant placé dans une chambre où la température est aussi peu variable que possible, on note la position du niveau, toutes les vingt-quatre heures. On enlève de la solution, on en ajoute, suivant que le niveau s'est élevé ou abaissé dans l'intervalle de deux observations successives, et l'on cherche ainsi, par tâtonnements, la position du niveau correspondant à l'équilibre osmotique.

» Installé d'abord dans un sous-sol du laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne, j'ai dû, par suite des variations trop grandes de la

(¹) *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1897, p. 851.

température de l'air, disposer mes vases au fond d'un puits dépendant de ce laboratoire. Ici, la constance de la température m'a permis de modifier ma méthode de mesure afin de la rendre plus expéditive et d'éliminer ainsi l'influence des impuretés pouvant, avec le temps, souiller l'eau et les solutions : j'ai mesuré à différentes hauteurs la vitesse d'osmose, par le déplacement du niveau du liquide dans le tube osmotique, et j'en ai déduit la hauteur de vitesse nulle ou d'équilibre osmotique.

» J'ai remarqué qu'il était nécessaire de remplir les vases dans le puits, ces vases et la solution s'y trouvant déjà depuis plusieurs jours; d'opérer avec une solution de concentration invariable : cela, afin d'éviter les causes pouvant modifier pendant quelques jours la vitesse osmotique. Enfin, je n'ai conservé comme résultats définitifs que ceux où j'ai observé une réversibilité parfaite, c'est-à-dire ceux où j'ai mesuré des vitesses d'osmose positives et négatives, et où j'ai trouvé, à plusieurs jours d'intervalle, en un même point du tube, la même vitesse osmotique.

» La hauteur osmotique a dû être corrigée du poids de l'air déplacé et de l'excès dû au ménisque dans le tube osmotique.

» Résultats : 1ère *solution*. — $1^{gr},235$ par litre, à $11°,8$.

Vase A............... hauteur osmotique $H = 890^{mm}$
Vase B............... » $H = 861^{mm}$ et 867^{mm}

» Dans le vase A j'ai observé, à $0°,8$: $H = 846^{mm}$ (1).
» 2e *solution*. — $0^{gr},6175$ par litre à $11°,8$.

Vase B................................ $H = 444^{mm}$ et 433^{mm}

» Ces résultats (présentés aux sociétés de Physique et de Chimie en juillet dernier) ont été complétés par d'autres, recherchés avec l'espoir d'obtenir une plus grande concordance.

1ère *solution*. Vase A............... $H = 870^{mm}$ et 873^{mm}
Vase B............... $H = 869^{mm}$, 873^{mm} et 867^{mm}
Vase C............... $H = 867^{mm}$

» La hauteur calculée, en admettant pour masse moléculaire du sucre

$$342^{gr},2\,(O = 16),$$

pour volume moléculaire à 0° et à la pression de 76^{cm} : $22^{lit},373$ (gaz parfait, M. Leduc) et pour pression osmotique, la pression d'un gaz parfait de même concen-

(1) Cette observation a été faite dans une cave de la brasserie Dumesnil frères, à Paris.

tration moléculaire, est de 870^{mm}, à peu près égale à la moyenne des hauteurs expérimentales.

» *Conclusions.* — 1° Pour les solutions très étendues, le coefficient i de la relation de Van t'Hoff est égal à l'unité, de même que pour les solutions concentrées (Pfeffer, Naccari).

» 2° On doit rejeter l'hypothèse de la dissociation du sucre dans ses solutions aqueuses étendues (de M. Raoult); mes résultats cryoscopiques m'avaient déjà conduit à cette conclusion.

» 3° La seule mesure osmotique faite à 0°,8 donne : $i = 1,011$. Or, j'ai trouvé 18,77 pour abaissement moléculaire limite du sucre; j'ai calculé, au moyen d'une relation bien connue, ce qu'on appelle la *constante cryoscopique* de l'eau ($i = 1$) et obtenu 18,696; d'où $i = 1,004$.

» D'après les résultats osmotiques ci-dessus et mes expériences cryoscopiques je conclus que 18,70 peut être accepté comme constante cryoscopique de l'eau avec une erreur inférieure à $\frac{1}{200}$.

» Qu'il me soit permis de rappeler que mes résultats cryoscopiques différaient beaucoup de ceux de M. Raoult (d'au moins 6 pour 100) et d'ajouter que ce savant vient de publier récemment de nouveaux résultats sur les solutions de sucre, concordant assez bien avec les miens (*Comptes rendus,* 15 novembre 1897).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isocyanurates alcooliques et la formule de constitution de l'acide cyanurique.* Note de M. **Paul Lemoult.**

« En même temps qu'il découvrait les éthers cyaniques (par l'action des éthers sulfuriques sur le cyanate de K), appelés depuis, par Cloëz, *éthers isocyaniques,* Wurtz signalait l'extrême facilité avec laquelle ces corps se polymérisent en donnant des composés à formule triplée, les éthers isocyanuriques. J'ai reproduit le travail de Wurtz, en vue de déterminer les chaleurs de formation des composés de ces deux séries, pour en déduire, par comparaison, la grandeur du phénomène thermique qui accompagne cette polymérisation; je vais exposer ici les résultats relatifs aux composés isocyanuriques.

» Les échantillons que j'ai employés proviennent, soit de la polymérisation spontanée des isocyanates bruts, soit du traitement par l'alcool du résidu de la préparation de ces corps, où l'on trouve une quantité appréciable de produit polymérisé. Dans tous les cas, quelques cristallisations

dans l'alcool donnent ces composés tout à fait purs; malheureusement les rendements sont faibles, surtout pour les composés méthyliques; ils ne dépassent pas, en produit brut, 10 à 15 pour 100 du cyanate de potassium mis en œuvre.

» *Isocyanurate triméthylique.* — Ce corps est en cristaux assez volumineux, fondant à 175°; leur teneur en Az, évaluée par la méthode à la chaux sodée, s'élève à 24,75 et 24,77 pour 100. Théorie pour $(OCAzCH^3)^3$: 24,56 pour 100.

» Ce corps brûle très facilement dans la bombe calorimétrique; néanmoins son inflammation exige la présence d'un corps facilement combustible, sans cela le corps fond au contact de la spirale de fer et empêche celle-ci de brûler; j'ai employé comme corps auxiliaire le coton-poudre, à raison de 5^{mgr} à 6^{mgr} par opération. Voici les résultats obtenus :

Poids de substance.	Calories dégagées.	Chaleur de combustion de 1^{gr}.
gr	cal	cal
0,7747	3181,4	4116,22
0,6830	2811,1	4115,82
0,6348	2617,14	4122,78
	Moyenne......	4118,27 par gramme

» On en déduit les résultats suivants :

	Chaleur de combustion moléculaire.	Chaleur de formation moléculaire.
A volume constant..........	$704^{Cal},22$	»
A pression constante........	$703^{Cal},8$	$172^{Cal},5$

» *Isocyanurate triéthylique.* — Ce corps est en beaux cristaux d'aspect soyeux, fondant à 95°; ce point de fusion est celui que Wurtz donne dans son Mémoire; c'est donc à tort qu'il a été contesté par Limpricht et Habich qui avaient indiqué 85°.

» La teneur en Az est de 19,75 pour 100. Théorie pour $(OCAzC^2H^5)^3$: 19,71 pour 100.

» L'inflammation de ce corps exige les mêmes précautions que celle du dérivé méthylique, puisqu'il fond à une température encore plus basse; mais la combustion est intégrale, comme le prouvent les résultats concordants qui suivent :

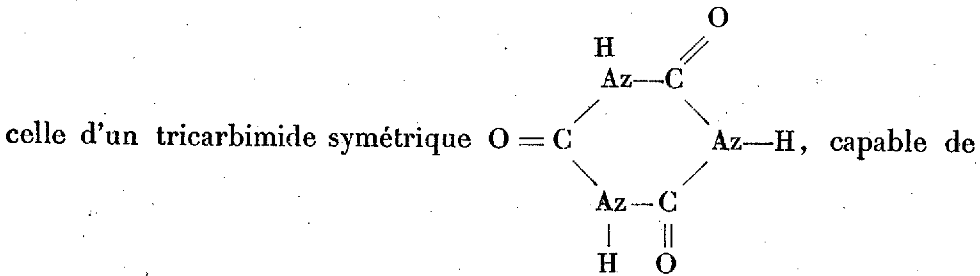
Poids de substance.	Calories dégagées.	Chaleur de combustion de 1^{gr}.
gr	cal	cal
0,4817	2645,24	5491,47
0,6151	3368,88	5476,96
0,5945	3257,78	5479,87
	Moyenne.......	5482,8 par gramme

ce qui conduit aux résultats suivants :

	Chaleur de combustion moléculaire.	Chaleur de formation moléculaire.
A volume constant	$1167^{Cal},83$	»
A pression constante.........	$1168^{Cal},27$	$197^{Cal},9$

» Comparons les chaleurs de combustion à pression constante de ces deux éthers; la différence entre ces deux nombres est $464^{Cal},5$ ou $154,8 \times 3$. Or le nombre 154,8 se confond avec la moyenne de ceux que l'on trouve quand on compare les chaleurs de combustion de deux corps homologues réguliers, c'est-à-dire homologues par introduction d'un CH^3 lié au carbone; les deux éthers étudiés sont donc des homologues réguliers.

» Comparons maintenant la chaleur de combustion de l'isocyanurate triméthylique ($703^{Cal},8$) à celle de l'acide cyanurique qui est 220^{Cal} (*Comptes rendus* du 19 août 1895); la différence entre ces deux quantités est $483^{Cal},8$ dont le tiers est $161^{Cal},3$. Ce dernier nombre dépasse notablement, et bien au delà des erreurs d'expériences, le nombre 157, maximum de l'augmentation de la chaleur de combustion entre deux homologues réguliers consécutifs : les trois groupes CH^3 ne sont donc certainement pas liés aux atomes de carbone de l'acide cyanurique. Ce même nombre 161,3 se rapproche, au contraire, très sensiblement du nombre $163\text{-}164^{Cal}$ relatif aux substitutions méthylées liées à l'Az; nous avons donc là un argument très sérieux en faveur de l'existence de ces substitutions dans l'isocyanurate triméthylique. La formule de constitution de l'acide cyanurique serait donc celle d'un tricarbimide symétrique



capable de supporter des substitutions, seulement par ses atomes d'azote; cette formule s'accorde très bien avec le phénomène du dédoublement de l'acide cyanurique, à la température ordinaire, sous l'influence des alcalis, en ammoniaque et CO^2 que j'ai établi antérieurement (*Comptes rendus* du 2 septembre 1895).

» Je me propose d'exposer prochainement des considérations du même genre sur d'autres combinaisons cyanogénées. »

THERMOCHIMIE. — *Quinones et hydroquinones.* Note de M. AMAND VALEUR.

« Les quinones et les hydroquinones ont été peu étudiées, au point de vue thermochimique; seules, la quinone ordinaire et l'hydroquinone ont fait l'objet de déterminations de ce genre. J'étudie dans cette Note quelques homologues de ces corps.

» *Quinone ordinaire ou benzoquinone.* — Les nombres donnés jusqu'ici pour la chaleur de combustion de 1^{gr} de substance sont 6102^{cal} [BERTHELOT et RECOURA, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIII, p. 309; 1888] et 6061^{cal} (BERTHELOT et LOUGUININE, *Ibid.*, p. 333). M. Berthelot adopte la moyenne entre ces deux nombres soit $656^{Cal},8$ par molécule. La moyenne de mes déterminations pour 1^{gr} a été $6091^{cal},2$, nombre compris entre les deux précédents; il n'y a donc pas lieu de modifier le nombre $656^{Cal},8$. Chaleur de formation pour les éléments : $+47^{Cal},0$.

» *Toluquinone.* — Ce composé a été préparé par oxydation de l'*o*-toluidine et purifié par plusieurs cristallisations dans l'eau chaude (point de fusion 68°). La combustion de 1^{gr} de substance a donné : $6590^{cal},2$, $6606^{cal},2$, $6597^{cal},7$, $6601^{cal},2$, soit $6598^{cal},8$ en moyenne. On en déduit, pour une molécule $C^7H^6O^2 = 122$:

Chaleur de combustion à volume constant......	$805^{Cal},05$
» » pression constante...	$805^{Cal},3$

» Chaleur de formation à partir des éléments [C (diamant), H, O] : $Q = +61^{Cal},8$.

» *Thymoquinone.* — Le produit, après plusieurs cristallisations dans l'alcool aqueux, fond à 45° et donne des chiffres corrects à l'analyse. On a trouvé : chaleur de combustion de 1^{gr} à volume constant : $7773^{cal},6$; $7761^{cal},5$; $7759^{cal},7$; moyenne : $7764^{cal},9$. D'où, pour une molécule $C^{10}H^{12}O^2 = 164$:

Chaleur de combustion à volume constant..........	$1273^{Cal},4$
Chaleur de combustion à pression constante..........	$1274^{Cal},6$

ce qui donne, pour chaleur de formation à partir des éléments, $+82^{Cal},4$.

» *Hydroquinone ordinaire.* — Ce corps a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'eau chaude. On a trouvé pour la combustion de 1^{gr} : $6238^{cal},9$; $6213^{cal},0$; $6238^{cal},8$; $6224^{cal},7$; moyenne : $6228^{cal},8$. En rapportant à la molécule on trouve :

Chaleur de combustion à pression constante..........	$685^{Cal},4$

qui concorde exactement avec le nombre $685^{Cal},5$ précédemment trouvé par MM. Berthelot et Louguinine (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIII, p. 335; 1888).

» Formation par les éléments : $+87^{Cal},3$.

» *Hydrotoluquinone.* — Ce diphénol, préparé par réduction de la quinone correspondante et purifié par cristallisations répétées dans C^6H^6, fond à 126°. La combus-

tion de 1gr a donné les nombres suivants : 6744cal,9; 6738cal,9; 6750cal,3; moyenne : 6744cal,7. En rapportant à la molécule $C^7H^8O^2 = 124$:

Chaleur de combustion à volume constant............	836Cal,3
Chaleur de combustion à pression constante...........	836Cal,9

ce qui donne + 99Cal,2 pour la chaleur de formation à partir des éléments.

» *Hydrothymoquinone.* — Après cristallisation dans l'alcool aqueux, ce corps fond à 139°. La combustion donne, pour 1gr : 7877cal,4; 7875cal,4; 7887cal,6; soit 7880cal,1 en moyenne. D'où, pour une molécule $C^{10}H^{14}O^2 = 166$:

Chaleur de combustion à volume constant............	1308Cal,1
» à pression constante...........	1308Cal,6

ce qui donne, pour la chaleur de formation à partir des éléments : +117Cal,4.

» Si l'on considère les nombres précédents, on remarque que la différence entre les chaleurs de formation de la toluquinone et de la quinone ordinaire est considérable (14Cal,8), alors qu'entre la benzine et le toluène on trouve seulement 6Cal,4.

» C'est un fait qui n'est pas spécial à la série des quinones, mais qu'on retrouve dans la classe des phénols, des amines, etc., où la différence entre les chaleurs de formation du premier et du second terme atteint une valeur encore plus grande (19Cal,5 entre phénol et *o*-crésylol, 17Cal,1 entre aniline et *o*-toluidine).

» Mais si l'on néglige les premiers termes de chaque série, on constate qu'entre les phénols et les quinones les relations d'homologie sont parallèles; ainsi l'on a, pour les chaleurs de formation :

o-crésylol...............	56Cal,3	différence : 19Cal,7.
Thymol..................	76Cal	

De même

Toluquinone............	61Cal,8	différence : 20Cal,6.
Thymoquinone..........	82Cal,4	

» De sorte que la différence entre les chaleurs de formation d'une quinone et du phénol correspondant (les premiers termes exceptés) paraît être un nombre sensiblement constant : 6Cal environ.

» Je me propose de vérifier si cette relation s'applique à d'autres quinones des séries benzénique et naphtalénique.

» Enfin, on déduit des déterminations qui précèdent les équations

thermiques suivantes, qui expriment la réduction des quinones en hydroquinones :

	Cal
Quinone ordinaire + H^2 = Hydroquinone.	+40,3
Toluquinone + H^2 = Hydrotoluquinone	+37,4
Thymoquinone + H^2 = Hydrothymoquinone	+35,0

» Le dégagement de chaleur qui accompagne la réaction diminue donc à mesure que le poids moléculaire augmente; en d'autres termes, des trois quinones considérées, c'est la quinone ordinaire qui a le pouvoir oxydant le plus marqué. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la transformation de la sorbite en sorbose par le* Mycoderma vini. Note de M. A. **Matrot**, présentée par M. Guignard.

« On a observé fréquemment l'oxydation biologique des hexites : en particulier, Brown a transformé la mannite en lévulose à l'aide du *Bacterium aceti;* M. Bertrand a changé la sorbite en sorbose par l'intervention d'une bactérie analogue. Tout récemment, MM. Vincent et Delachanal ont produit de la lévulose à partir de la mannite en employant la même bactérie que M. Bertrand. Les bactéries considérées dans les expériences précitées ne sont pas les seuls microbes capables d'effectuer de semblables oxydations. Pasteur avait reconnu qu'une levure, le *Mycoderma vini,* détruisait un grand nombre de substances hydrocarbonées.

» J'ai observé qu'en abandonnant des jus de sorbes à l'air, comme le faisait Pelouze, pour oxyder la sorbite qu'ils renferment et la changer en sorbose, on obtient, suivant les circonstances, des résultats très discordants; cela m'a expliqué les difficultés et les contradictions que l'on a rencontrées en répétant l'expérience initiale de Pelouze. Dans un petit nombre de cas, cependant, la production de l'hexose est considérable; dans tous, le liquide est recouvert d'un voile analogue à celui des mycolevures.

» Les levures aérobies pouvaient être, d'après cela, des agents actifs d'oxydation de la sorbite. J'ai entrepris de contrôler cette supposition et de rechercher, parmi les mycodermes dont j'avais constaté la présence, l'agent ou les agents de la fixation de l'oxygène de l'air. J'ai aussi cherché les conditions favorables au développement et à l'action de ces microrganismes.

» Le jus de sorbes est le liquide que j'ai employé le plus couramment pour mes cultures. Je l'ai préparé avec des sorbes recueillies à l'arrière-saison. Celles-ci ont été pressées, et le moût soumis à la fermentation alcoolique pour détruire les sucres fermentescibles; sa densité était d'environ 1,05.

» J'ai abandonné à eux-mêmes, simultanément et dans des conditions variées, plusieurs échantillons de jus de sorbes. Au bout de quelques jours, j'ai dosé le sucre réducteur dans chacun d'eux. Dans un de ces échantillons, exposé à une température de 25° à 35°, j'ai trouvé la sorbose en assez grande proportion. Examiné au microscope, le voile qui recouvrait le liquide riche en sucre réducteur était formé de cellules analogues à celles des levures, et de bactéries en moindre abondance.

» J'ai séparé ces deux espèces bien distinctes de microrganismes et je les ai ensemencées sur le liquide de culture stérilisé. Les levures effectuaient l'oxydation; les bactéries ne la réalisaient pas. Il était donc impossible de confondre ce ferment avec ceux étudiés par Brown et par M. Bertrand. M. Bourquelot, dont on connaît la compétence en cette matière, a bien voulu examiner ces mycodermes; il leur a trouvé toutes les apparences des fleurs de vin.

» J'ai alors ensemencé du jus de sorbes avec de la fleur de vin ordinaire et j'ai obtenu, à 30°, une rapide production de sucre réducteur. D'un autre côté, j'ai ensemencé, de même, du vin avec le ferment recueilli sur la culture riche en sorbose; il a recouvert ce liquide du voile caractéristique et son examen au microscope l'a montré formé de cellules identiques à celles du *Mycoderma vini*. Enfin, des essais variés de culture, effectués comparativement avec les deux mycodermes, m'ont donné des végétations de même apparence dans tous les cas. D'autre part, j'ai extrait le sucre réducteur produit dans de nombreuses expériences de ce genre. Je l'ai trouvé constamment identique à la sorbose, quel qu'ait été le ferment employé dans l'oxydation.

» J'ai cru, dès lors, pouvoir admettre, dans une certaine mesure, que le ferment que j'avais isolé sur le jus de sorbes est identique au *Mycoderma vini*.

» Il restait à caractériser plus précisément le sucre résultant de l'oxydation.

» Celui-ci se comportait, vis-à-vis des dissolvants, comme la sorbose obtenue par la méthode de M. Bertrand. Combiné à la phénylhydrazine dans les conditions adoptées par M. Maquenne (¹), le poids d'osazone obtenu (0,82) correspondait au rendement caractéristique de la sorbosazone; le point de fusion du produit (164°) était bien celui indiqué pour le dérivé de la sorbose. Le sucre formé par l'oxydation était donc de la sorbose.

» Des fermentations faites à diverses températures m'ont montré que la plus favorable était 30°. A cette température, l'oxydation de la sorbite est réalisée par le *Mycoderma vini* avec une rapidité beaucoup plus grande que par les bactéries employées jusqu'ici.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 799.

» J'ai été conduit ainsi à adopter la méthode suivante pour préparer la sorbose :

» Le jus de sorbes est débarrassé, par la fermentation alcoolique, des sucres capables de la subir. Il est ensuite placé, sous une faible épaisseur, dans des vases à fond large ; on peut employer avec avantage des cuvettes pour photographie. On ensemence largement de fleurs de vin et l'on met à l'étuve à 30°. La marche de l'opération est suivie par des essais à la liqueur de Fehling. L'oxydation est terminée quand la réduction n'augmente plus. Sa durée varie avec la surface du liquide. Avec une surface de 3^{dmq} pour 1^{lit} la proportion augmente d'environ 10^{gr} par vingt-quatre heures.

» La fermentation terminée, on défèque le liquide par l'acétate de plomb. L'excès de plomb est enlevé par l'acide sulfurique, et le liquide est filtré. On évapore au bain-marie ou dans le vide jusqu'à consistance de sirop ; la sorbose cristallise par refroidissement. On la purifie par recristallisation.

» On peut obtenir de la même manière la sorbose avec la sorbite pure ou avec les résidus incristallisables de la préparation de celle-ci. On dissout dans du vin ou dans un liquide nutritif artificiel. La proportion de sorbite ne doit pas dépasser 10 pour 100. Il arrive parfois que le ferment ensemencé sur ces solutions ne vit pas. On tourne la difficulté en cultivant le mycoderme sur un peu de vin ; lorsque le microbe en recouvre la surface, on enlève le liquide sous-jacent et on le remplace par la solution de sorbite. La fermentation se continue dès lors régulièrement.

» En terminant j'ajouterai quelques mots sur un autre ordre de faits. J'ai remarqué que, suivant la nature des liquides sur lesquels il est cultivé et aussi suivant la température, le *Mycoderma vini* se développe différemment et prend des formes variées. Qu'il s'agisse de plusieurs formes ou, ce qui est moins vraisemblable, de plusieurs espèces, l'action exercée sur les alcools polyatomiques par ces végétaux de formes différentes est elle-même différente.

» Je poursuis l'étude de ces particularités que j'ai déjà constatées dans un assez grand nombre d'expériences (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur les feuillets germinatifs des Coléoptères.* Note de M. A. Lécaillon, présentée par M. Guignard.

« Les nombreux travaux publiés sur l'embryogénie des Insectes présentent entre eux une discordance considérable sur tout ce qui regarde l'ori-

(¹) Ces recherches ont été faites et sont continuées au laboratoire de M. Jungfleisch.

gine des feuillets germinatifs. Jusqu'à ces dernières années, presque tous les auteurs tendaient cependant à admettre que la segmentation de l'œuf aboutissait à la formation d'une vésicule blastodermique composée d'une paroi cellulaire entourant le vitellus nutritif. Au milieu de celui-ci restaient disséminées un certain nombre de cellules dites *cellules vitellines*, lesquelles avaient pour rôle de digérer peu à peu le deutolécithe. De cette vésicule, sur le milieu de la face ventrale de l'œuf, naissait, par une *gastrulation* plus ou moins typique, une bande cellulaire qui pénétrait à l'intérieur et constituait un *mésoendoderme*, tandis que l'ectoderme définitif se formait aux dépens du reste de la paroi ventrale de la vésicule blastodermique. Le mésoendoderme se séparait ensuite en deux parties : le mésoderme proprement dit et l'endoderme chargé de former l'épithélium de l'intestin moyen. C'est dans cet esprit qu'ont été faits les plus importants travaux sur les Coléoptères, par exemple ceux bien connus de Graber, d'Heider et de Wheeler.

» Or, tout récemment, dans une série de travaux remarquables, R. Heymons, chargé de cours et assistant à l'Institut zoologique de Berlin, est arrivé à cette conclusion que chez les Orthoptères inférieurs comme le Lépisme, les cellules vitellines forment l'épithélium de l'intestin moyen, tandis que chez les Orthoptères élevés comme la Forficule, la Blatte et le Grillon, le même épithélium résulte de proliférations ectodermiques provenant du stomodeum et du proctodeum. Heymons en conclut que les cellules vitellines représentent l'entoderme, et que, si ce dernier forme bien chez les Orthoptères inférieurs l'épithélium du mésentéron, il n'en est plus de même pour les Orthoptères supérieurs. Ces observations d'Heymons ont un grand intérêt si on les envisage au point de vue de l'embryologie générale, puisqu'elles attestent que, dans un même groupe animal, l'épithélium de l'intestin moyen peut tirer son origine soit de l'entoderme, soit de l'ectoderme. L'auteur allemand s'appuie même sur elles pour combattre très vivement l'idée généralement admise de l'importance des feuillets germinatifs et de l'importance qui résulte de l'homologie de ces feuillets dans toute la série des Métazoaires.

» J'ai, de mon côté, étudié la formation des feuillets germinatifs chez un certain nombre de Coléoptères, particulièrement chez le *Clytra læviuscula*, le *Gastrophysa polygoni*, l'*Agelastica alni*, le *Lina populi*, le *Lina tremulæ* et le *Chrysomela menthastri*. Les faits qui résultent de mes observations sont complètement différents de ceux que les travaux de Graber, d'Heider et de Wheeler avaient fait passer dans la Science, et concordent, au con-

traire, en très grande partie, avec les résultats obtenus par Heymons chez les Orthoptères supérieurs. Ces faits peuvent se mentionner très brièvement de la façon suivante :

» 1° L'œuf subit une segmentation intravitelline. Pour cela, le noyau de segmentation et la couche protoplasmique propre qui l'entoure se comportent comme première cellule de segmentation. Cette cellule se divise en deux cellules filles qui grandissent, puis se divisent à leur tour et ainsi de suite. En même temps, les cellules se déplacent dans l'intérieur de l'œuf. Certaines d'entre elles vont faire une couche continue à la périphérie, tandis que les autres restent réparties daus la masse vitelline. Ce stade a été considéré jusqu'ici comme une blastula et désigné par le nom de *stade blastodermique*. En réalité, *il correspond au stade gastrula*. L'assise périphérique est en effet l'ectoderme et les cellules internes sont l'entoderme. Le stade blastula a été sauté par suite d'un phénomène d'abréviation embryogénique, abréviation liée comme toujours à la richesse de l'œuf en réserves nutritives.

» 2° Le mésoderme se sépare de l'ectoderme sous la forme d'une étroite bande cellulaire longitudinale et médiane qui fait presque tout le tour de l'œuf suivant le plan de symétrie du futur embryon. Cette bande mésodermique est interrompue seulement sur la région dorsale moyenne de l'œuf. Elle se sépare de l'ectoderme différemment, suivant que l'on considère sa région moyenne (située le long de la face ventrale de l'œuf) ou ses deux extrémités. La région moyenne commence à se former tout d'abord; pour cela, les cellules ectodermiques situées sur la région médio-ventrale de l'œuf s'allongent perpendiculairement à la surface de l'œuf et se pressent plus fortement l'une contre l'autre; la plaque ectodermique ainsi modifiée s'invagine peu à peu à l'intérieur de l'œuf en prenant d'abord la forme d'une gouttière. C'est cette gouttière qui fut interprétée inexactement par Hœckel et les embryologistes qui suivirent, tels que Graber, Heider, Wheeler, comme une gastrula. Or, comme je l'ai indiqué plus haut, le stade gastrula est bien antérieur et ne se manifeste pas par une invagination typique. Les deux extrémités de la bande mésodermique se séparent de l'ectoderme non plus par invagination, mais par prolifération cellulaire. Cette prolifération se fait au fond et sur les parois d'un canal qui prolonge en avant et en arrière, sur l'ectoderme, la gouttière de la région ventrale.

» 3° Ultérieurement, les cellules endodermiqnes restent disséminées dans le vitellus nutritif qu'elles digèrent peu à peu; mais c'est là leur seul rôle, et elles n'entrent jamais dans la constitution de l'épithélium de l'intestin moyen. Ce dernier épithélium se forme relativement très tard au moyen de bandes cellulaires qui partent du stomodeum et du proctodeum. Il n'est pas possible de considérer ces bandes cellulaires ectodermiques comme représentant l'entoderme.

» En résumé, chez les Coléoptères que j'ai mentionnés plus haut, et il en est certainement de même chez la plupart des Insectes, le stade blastula n'apparaît pas dans le développement; le stade gastrula succède immédiatement à la segmentation et n'offre pas d'invagination typique; il ne se forme pas de mésendoderme, mais simplement un mésoderme par invagi-

nation ou par prolifération ectodermique; l'entoderme est employé uniquement à digérer les réserves vitellines et ne fournit pas l'épithélium intestinal moyen, lequel est d'origine ectodermique. Quant à ce dernier fait, il prouve que chez les Coléoptères comme chez les Orthoptères supérieurs, l'intestin moyen n'est pas l'homologue de l'intestin moyen des Insectes inférieurs. Cette anomalie présentée par la classe des Insectes est un fait absolument exceptionnel, même si l'on envisage le règne animal tout entier. On peut, je pense, l'expliquer par le rôle digestif spécial que remplissent, pendant toute la durée du développement, les cellules entodermiques restées disséminées dans la masse vitelline. Ces cellules deviennent ainsi, en quelque sorte, inaptes à se grouper pour faire l'épithélium intestinal et celui-ci doit se produire par un autre moyen. Déjà chez le Lépisme, les cellules vitellines n'arrivent à faire l'épithélium de l'intestin moyen qu'après l'éclosion de la larve. Cette circonstance défavorable est disparue chez les Insectes supérieurs, mais c'est l'ectoderme qui supplée à l'inaptitude acquise de l'entoderme et forme l'épithélium du mésentéron. Si l'on remarque, enfin, que l'anomalie dont il s'agit ici se rapporte à un groupe d'animaux à embryogénie excessivement condensée et modifiée, on peut conclure qu'elle ne peut guère diminuer l'importance que l'on attache à l'homologie des feuillets embryonnaires dans la série des Métazoaires et aux conséquences que l'on tire d'ordinaire de cette homologie. »

ZOOLOGIE. — *Sur le Rouget de l'homme*. Note de M. **Brucker**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *Rouget*, ou *aoûtat*, est un parasite de l'homme qui produit sur lui, en août et septembre, une éruption de boutons appelée *érythème automnal*. Ces boutons sont accompagnés de démangeaisons très fortes et disparaissent d'eux-mêmes en quelques jours.

» Ce parasite fut d'abord considéré comme un Acarien adulte et nommé *Leptus autumnalis*. En 1876, M. Mégnin l'a déterminé comme larve hexapode de *Trombidion*. Mais la détermination spécifique n'a pas été faite jusqu'ici d'une manière définitive. Il y a deux espèces de Trombidions communes dans nos pays : *Trombidium gymnopterorum* et *Trombidium holosericeum*. Leurs larves hexapodes vivent sur divers animaux, arthropodes, oiseaux et mammifères. Le *Leptus autumnalis* a été rapporté tantôt à l'une, tantôt à l'autre de ces espèces; et dans son grand Ouvrage sur les

Acariens d'Italie, Berlese l'attribue tantôt à la première (*Acari, Myriap. et Scorp. hucusque in Italia repert.; ordo prostigmata*, p. 95), tantôt à la seconde (*Ibid.*, p. 102 et 110).

» L'obscurité de la question tient à ce que, jusqu'ici, on n'a jamais décrit avec détail de *Leptus pris sur l'homme*. Il est du reste assez difficile de se les procurer, malgré leur abondance, à cause de leur petitesse.

» Or les larves de ces deux espèces ont été étudiées avec soin par Henking et Berlese. Henking (*Zeitsch. für wissensch. Zool.*, t. XXXVII, 1882) a décrit et figuré des larves hexapodes provenant de *Trombidium gymnopterorum* élevés en captivité; Berlese (*loc. cit.*) a décrit et figuré celles de *Trombidium holosericeum* et de *Tr. gymnopterorum* prises sur divers animaux.

» Ayant recueilli *sur l'homme* plusieurs Rougets, je les ai minutieusement comparés avec ces larves. J'ai ainsi examiné avec soin la forme des poils, des yeux, des orteils, des pédipalpes; la distribution des poils sur ces articles; la forme des orteils des pattes et leurs griffes terminales.

» Le résultat de cette comparaison est que le Rouget de l'homme est la larve du *Trombidium gymnopterorum*.

» J'ai aussi trouvé cette larve sur des rats (*Mus rattus*) et des merles. Je l'ai également recueillie à l'état de liberté sur diverses plantes, en particulier sur des pieds de haricots; et l'extrême abondance des adultes et des nymphes de *Trombidium gymnopterorum* sans un seul *Trombidium holosericeum*, recueillis en même temps, rendaient presque évidente *a priori* notre détermination.

» Comme il est possible que, sur divers points, il y ait diverses larves de Trombididés attaquant l'homme, il est bon d'indiquer les points où on les recueille. Les miennes l'ont été à Semur-en-Auxois (Côte-d'Or) où l'érythème automnal est presque général en août et septembre. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la culture du Nostoc punctiforme en présence du glucose.* Note de M. Raoul Bouilhac, présentée par M. Dehérain.

« Je cultive le Nostoc punctiforme dans une solution nutritive, dont j'ai donné la composition quand, pour la première fois, j'ai entretenu l'Académie des recherches que je poursuis sur ce sujet.

» Ces solutions, exemptes d'azote et de matières organiques, sont introduites dans des matras et stérilisées : après quoi, je les ensemence avec un fragment de Nostoc recouvert de microbes fixateurs d'azote. L'algue végète

ainsi normalement, en utilisant l'acide carbonique aérien et grâce aux microbes qui fixent sur elle l'azote libre : elle forme plus tard une nappe verte qui recouvre la surface de la solution.

» Une culture de Nostoc est vite compromise, lorsqu'elle est exposée à des rayons trop vifs. D'autre part, j'ai observé que des rayons de faible intensité ne donnent plus à cette algue les moyens de décomposer l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère.

» Je me suis alors posé la question suivante : le Nostoc punctiforme, insuffisamment éclairé et, par suite, n'ayant plus à sa disposition toute l'énergie lumineuse qui lui est indispensable pour végéter, devient-il capable de changer sa manière de vivre et de se développer comme un Cryptogame dépourvu de chlorophylle, c'est-à-dire aux dépens d'une matière organique.

» En premier lieu, j'ai reconnu ceci : le Nostoc punctiforme vit dans une solution contenant 1 pour 100 de glucose; en proportion plus forte, le glucose ne tarde pas à devenir nocif pour cette plante.

» J'ai ensuite disposé les deux expériences que je vais mentionner :

» *Expérience I.* — Trente matras de culture, d'une capacité de 1^{lit}, sont préparés : chaque matras contenait 0^{lit},5 de ma solution.

» Vingt-quatre de ces matras pris comme témoins furent ensemencés avec un fragment de Nostoc recouvert de microbes fixateurs.

» J'ensemençais de même les six matras qui restaient, mais après avoir additionné leurs solutions d'une quantité de glucose assez faible pour ne pas être nocive.

» A la fin du mois de mai, ces trente matras furent placés les uns à côté des autres dans la partie d'une serre où les radiations arrivent trop faibles pour laisser au Nostoc la propriété de décomposer l'acide carbonique.

» Au 1er octobre, je mis fin à l'expérience dont les résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Numéros des matras.	Volume de la solution nutritive versée dans chaque matras.	Glucose contenu dans 1^{lit} de la solution nutritive utilisée.	Poids du glucose introduit dans chaque matras.	Poids du glucose restant dans le matras à la fin de l'expérience.	Poids du glucose disparu.	Poids des récoltes de Nostoc pesées à l'état sec.
	lit		gr	gr	gr	gr
24 témoins, du n° 1 au n° 24...	0,5	néant	néant	néant	néant	néant
25	0,5	3	1,5	0,581	0,919	0,160
26	0,5	3	1,5	0,547	0,953	0,180
27	0,5	6	3,0	1,009	1,991	0,364
28	0,5	6	3,0	1,084	1,916	0,360
29	0,5	6	3,0	1,205	1,795	0,303
30	0,5	9	4,5	2,335	2,165	0,300

» *Expérience II.* — A la fin du mois de juillet, j'ai placé un matras de culture dans une armoire hermétiquement close, située elle-même dans une chambre dont les fenêtres étaient entièrement recouvertes par des volets.

» Ce matras se trouvait ainsi dans une obscurité complète, au sens vulgaire du mot. Je dois dire cependant qu'une plaque Lumière, laissée quarante-huit heures au même endroit, a été impressionnée.

» Il contenait $0^{lit},5$ de ma solution nutritive, à laquelle j'avais ajouté 3^{gr} de glucose, et fut ensemencé avec un fragment de Nostoc recouvert de microbes fixateurs.

» Au commencement d'octobre, je retirai le matras. Malgré ce séjour prolongé dans l'obscurité, l'algue s'était bien développée et elle présentait une coloration d'un vert plus clair que les individus qui avaient servi à l'ensemencement.

» Cette circonstance m'engagea à soumettre la plante à l'examen de M. Bornet, qui voulut bien me remettre la Note suivante :

» Le Nostoc dont vous m'avez communiqué un fragment est très pur. Mais il diffère à certains égards des échantillons que vous m'avez soumis antérieurement et dont il est sorti. Les filaments sont enroulés en pelotons moins denses et, à la périphérie du thalle, ils sont à peine flexueux et sont entrelacés si lâchement qu'ils font penser au Nostoc piscinal. En outre, les spores sont presque toutes en germination.

» Ces effets sont dus vraisemblablement à une végétation plus active, résultant d'une alimentation plus abondante. De nouvelles expériences sont en cours d'exécution.

» *Conclusions.* — De ces expériences se dégagent les conclusions suivantes :

» 1° Le Nostoc punctiforme fabrique de la matière organique à l'aide de l'acide carbonique aérien et de l'azote libre, lorsqu'il est ensemencé dans une solution nutritive additionnée de microbes fixateurs d'azote, mais à la condition d'être régulièrement éclairé.

» 2° Il cesse de végéter aussitôt que, dans ces conditions, il est privé de radiations lumineuses suffisamment intenses.

» 3° Malgré une lumière insuffisante, il pourra encore végéter s'il trouve dans sa solution minérale une matière organique telle que le glucose.

» 4° Soustrait complètement, comme je l'ai indiqué plus haut, à l'influence des radiations lumineuses, il fabriquera encore de la matière verte.

» Cette algue, à l'obscurité, peut rester verte au lieu de devenir jaune comme une plante à chlorophylle ordinaire ([1]). »

([1]) Je remercie une fois de plus M. Bornet de l'extrême complaisance qu'il a mise à examiner les plantes en expériences.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la caractéristique d'excitation des nerfs et des muscles*. Note de M. G. **Weiss**, présentée par M. Marey.

« M. le Dr Dubois, de Berne, a publié dans les *Comptes rendus* (12 juillet 1897) une Note dont les conclusions paraissent contraires aux résultats que j'ai obtenus et fait connaître à diverses reprises, sur l'excitation des nerfs et des muscles. Je voudrais expliquer en quoi cette contradiction n'est qu'apparente, les expériences de M. Dubois étant confirmatives de ma manière de voir.

» A la suite de ses expériences sur l'excitation des nerfs et des muscles, M. d'Arsonval a admis que l'élément important de l'excitation était la variation de potentiel au point de contact de l'électrode négative. Ces variations de potentiel pouvaient être enregistrées directement à l'aide d'un dispositif indiqué par M. d'Arsonval, et la courbe représentative $E = f(t)$ est ce que l'auteur appelait la *caractéristique d'excitation*.

» De mon côté, je considère que l'excitation électrique des nerfs et des muscles, aussi bien que toute autre action électrique, est parfaitement définie lorsque l'on connaît la loi $I = f(t)$ suivant laquelle varie le courant électrique traversant l'organe en expérience. Toutes les expériences publiées et toutes celles que j'ai imaginées moi-même peuvent s'expliquer de cette façon, je ne connais pas une seule exception; mais la loi est souvent masquée et n'apparaît qu'après une discussion minutieuse.

» Pour le faire comprendre, j'aurai recours à une comparaison, quelque imparfaite qu'elle puisse être. Quand on fait l'étude des moteurs hydrauliques, on trouve que l'énergie empruntée à l'eau par le moteur est égale à la perte d'énergie potentielle et cinétique de cette eau. Cette loi est absolument générale. Mais si, en particulier, on expérimente sur des dispositifs différents, les divers facteurs qui entrent dans la perte d'énergie de l'eau pourront dominer suivant les cas. En étudiant une roue à auges, on trouvera que le travail produit dépend de la quantité d'eau débitée; pour une roue en dessous, ce sera la vitesse du courant d'eau qui sera l'élément dominant; pour une turbine, le travail variera avec la pression, et ainsi de suite. Il n'en est pas moins certain que la loi générale restera l'expression de la vérité.

» De même quand, dans l'action de l'électricité, on connaît la loi $I = f(t)$ le problème est déterminé; mais, suivant les cas, les divers facteurs

qui influent sur la fonction $f(t)$ pourront prendre plus d'importance les uns que les autres. Dans la courbe $I = f(t)$ il y a surtout deux choses à considérer :

» 1° Le coefficient angulaire de la tangente à la courbe, donné par $\frac{dI}{dt}$ et représentant la variation d'intensité du courant ;

» 2° La surface comprise entre la courbe et l'axe des abscisses représentant la quantité d'électricité en jeu.

» Ces éléments, comme la courbe $I = f(t)$, dépendent de diverses variables : la force électromotrice E, la résistance des conducteurs R, leur capacité C, leur self-induction L. Suivant les expériences, ces divers éléments pourront prendre une importance prédominante, sans que les résultats, contradictoires en apparence, puissent être opposés les uns aux autres.

» En particulier, il est aisé de voir que, dans toutes les expériences d'Anfinoff et de Dubois, les effets observés dépendent de la variation de forme de la courbe $I = f(t)$. »

PHYSIOLOGIE HUMAINE. — *Étude des sons de la parole par le phonographe.* Note de MM. Marichelle et Hémardinquer, présentée par M. Marey.

« Nous avons repris, par la photographie, les expériences entreprises par Hermann, Bœke, Pipping, etc. sur les sillons du phonographe, et nous avons cherché à en tirer des conclusions relativement à la formation des sons de la voix humaine.

» Les premières applications de la méthode graphique à l'étude de la parole, faites au laboratoire de M. Marey par M. Rosapelly, ainsi que les expériences de MM. Demeny et Marichelle sur la chronophotographie de bouches parlantes, avaient spécialement pour objet l'inscription des mouvements des organes phonateurs. D'autre part, on se rappelle les recherches faites au moyen du phonautographe de Scott et de l'appareil à flammes manométriques de R. Kœnig, sur l'analyse de la vibration aérienne. Nous avons songé à reprendre ces travaux à un point de vue un peu différent, en recherchant le rapport qui peut exister entre la forme de la vibration et les mouvements de l'organe phonateur.

» L'un de nous [1], dans une étude récente, a été amené, par l'examen des sillons phonographiques, aux conclusions suivantes :

[1] *La Parole d'après le tracé du phonographe*, par M. H. Marichelle, professeur à l'Institution nationale des Sourds-Muets de Paris ; Delagrave, 1897.

» 1° Le timbre des voyelles ne paraît être essentiellement déterminé ni par la capacité de la cavité buccale faisant office de résonateur, ni par les mouvements de la langue en avant et en arrière, ni par le degré d'écartement des maxillaires ;

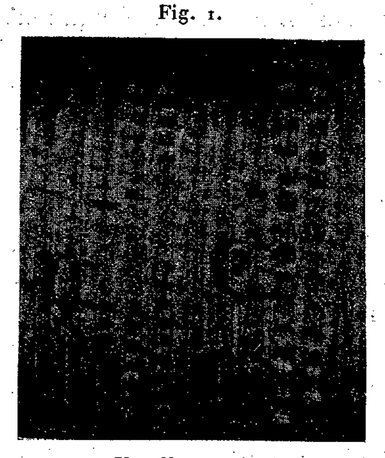
» 2° Les voyelles, ainsi que les consonnes, doivent leur timbre caractéristique au passage du souffle sonore à travers un ou plusieurs orifices qui se forment dans la bouche, entre la langue et le palais, ou entre les lèvres ; ce canal affecte la même forme que celle qui est prise par les lèvres dans l'action de souffler ;

» 3° Pour la production et la différenciation des voyelles et des consonnes, l'orifice générateur dont il vient d'être question subit des modifications de deux ordres, relatives au degré d'ouverture et à la région de formation de cette sorte de *glotte buccale*.

» Nous avons essayé de compléter cette étude en fixant, par la photographie, les inscriptions phonographiques des sons vocaux. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une première série de ces photographies, qui, bien que très imparfaites encore, en raison des difficultés d'exécution, permettent du moins de faire ressortir les points suivants :

» 1° L'intensité du son diminue des voyelles ouvertes aux fermées correspondantes, quand on passe de *o* à *ou*, de *ê* à *i*, de *e* à *u* (clichés 1, 2, 3, voir *fig.* 1) ;

Fig. 1.



Voyelles *u* et *e*.

» 2° Le nombre des vibrations partielles constituant chaque période augmente de la série postérieure (*ou*, *au*, *o*) (cliché 1) à la série moyenne (*u*, *eu*, *e*) (cliché 3), et à la série antérieure (*i*, *é*, *ê*) (cliché 2) ;

» 3° D'une manière générale et à égalité d'effort de la part des parleurs qui ont été soumis à l'observation, les sons graves ont entamé moins profondément la cire que les sons aigus (cliché 4, voir *fig.* 2);

Fig. 2.

[redacted]

Voyelle *a* sur les notes ut_2 et ut_3.

Dans ce dernier enregistrement, la période est composée de cinq vibrations partielles.

» 4° Malgré les diverses influences qui agissent sur la forme de la période, telles que la hauteur musicale, l'intonation, l'intensité, la conformation individuelle de l'organe phonateur, toute voyelle se distingue des autres sons vocaux par un certain ensemble de caractères invariables, qui lui constituent une individualité propre.

» Il ne paraît donc pas impossible, en tenant compte de toutes ces influences diverses, d'arriver, au moyen du phonographe, à une représentation schématique des sons voyelles. Nous nous proposons d'élucider tout particulièrement ce point de notre étude.

» Indépendamment des recherches relatives à la détermination des voyelles, il n'est pas un cas de prononciation que l'on ne puisse étudier à l'aide du phonographe. Les variations de l'intonation et de l'accentuation, par exemple, se lisent clairement sur le cylindre. On observe ainsi que, dans l'émission de certains « Ah ! » exclamatifs, la voix parlée franchit rapidement plus d'une octave et demie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'absorption des matières organiques par les racines*. Note de M. **Jules Laurent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans ses *Recherches chimiques sur la végétation*, de Saussure indique que des pieds de Persicaire et de *Bidens cannabina*, plongés dans une solution de sucre, ont absorbé une quantité notable de cette substance. Cette expérience est souvent citée sans commentaires dans les Traités classiques, mais depuis Liebig on admet généralement, au contraire, que l'assimilation du carbone par les plantes vertes est due tout entière à la fonction chlorophyllienne, les composés organiques du sol intervenant uniquement par l'anhydride carbonique que fournit leur oxydation lente à l'air.

» Cependant les recherches de M. Duclaux, *Sur la germination dans un sol riche en matières organiques mais privé de microbes*, ont montré que si la caséine, le saccharose et l'amidon cuit ne sont pas modifiés par les racines de diverses Légumineuses, du moins certaines de ces substances peuvent être absorbées en faible proportion, et divers auteurs sont arrivés récemment à nourrir des Algues à l'aide de composés organiques; aussi, sur les conseils de M. Gaston Bonnier, me suis-je proposé d'étudier, à ce point de vue, quelques autres végétaux. Mes premières expériences ont porté sur l'absorption du *glucose* et du *sucre interverti* par le Maïs, plante facile à cultiver dans les milieux liquides où son développement est assez rapide.

» Je me suis assuré tout d'abord que les graines de Maïs peuvent être immergées pendant deux heures dans une solution de bichlorure de mercure à 2^{gr} par litre, ou mieux pendant trois heures dans le sublimé acide ($HgCl$, 1^{gr}; $NaCl$, 1^{gr}; HCl, 5^{cc}; eau distillée, 1^{lit}) sans diminuer sensiblement leur pouvoir germinatif. Cette durée d'immersion est d'ailleurs suffisante pour une stérilisation complète des graines, comme j'ai pu le vérifier en les ensemençant dans divers liquides nutritifs : bouillon de viande additionné de glycérine et glucose, liqueur de Cohn, liqueur de Detmer et liqueur de Knop avec glucose.

» Les essais de culture du Maïs ont été entrepris avec la liqueur suivante, indiquée par Detmer : eau distillée, 1^{lit}; azotate de calcium, 1^{gr}; chlorure de potassium, $0^{gr},25$; sulfate de magnésium, $0^{gr},25$; phosphate monopotassique, $0^{gr},25$; perchlorure de fer, quelques gouttes d'une solution étendue. Le Maïs se développe *normalement* dans cette liqueur, et j'ai pu le conduire jusqu'à l'épanouissement complet des fleurs.

» La solution, additionnée d'un poids déterminé de glucose, est introduite dans un flacon à large ouverture de 350^{cc} environ. Un filet de soie, suspendu par des fils métalliques, est destiné à soutenir les graines. On stérilise à l'autoclave, puis on ensemence

deux graines de Maïs stérilisées et l'on recouvre d'une cloche à trois tubulures, préalablement lavée au sublimé et reposant, par trois supports, sur un plateau de verre. Des tampons de coton ferment toutes les ouvertures sans entraver le renouvellement de l'air. Les graines germent et la plante se développe vigoureusement, portant des feuilles d'*un vert beaucoup plus sombre* que celles d'un pied témoin cultivé sans matière organique.

» Lorsque les pieds de maïs ont atteint le sommet de la cloche, on prélève, à l'aide d'une pipette stérilisée, 1^{cc} à 2^{cc} de liquide, et on les ensemence sur gélatine, sur gélose ou sur bouillon de viande. Des fragments de racines sont également distribués dans divers milieux nutritifs. On s'assure ainsi de l'absence d'organismes inférieurs.

» J'ai employé également des flacons à deux tubulures dont l'une était occupée par un filet de soie, tandis que l'autre portait un tube de verre recourbé en siphon et fermé à son extrémité effilée pour permettre de soutirer une certaine quantité de liquide; le siphon se trouve amorcé par le passage à l'autoclave, et la première tubulure est seule recouverte d'une cloche.

» A la fin de l'expérience, je recueillais une partie du liquide dans un vase stérilisé qui était porté à l'étuve, et je m'assurais par une analyse que le poids de matière sucrée demeurait invariable malgré un séjour de trois semaines à la température de 20°.

» Enfin l'étude anatomique des racines ne m'a pas permis de mettre en évidence la présence de mycorhizes; on sait d'ailleurs qu'on n'en a jamais observé dans les cultures en milieux liquides.

» Le Tableau suivant résume quelques-uns des résultats obtenus :

1° *Culture avec glucose.*

	Poids de sucre absorbé.	Poids sec des deux plantules, tiges, feuilles et racines.
	gr 0,650	gr 0,632
	0,049	0,085
	0,417	0,380
	0,203	0,330
	0,585	0,620

2° *Culture avec sucre interverti.*

	1,770	1,190
	0,080	0,190
	0,267	0,210
Témoin.	0,000	0,000

» On voit que *la quantité de sucre absorbée est en rapport avec le poids sec de la plantule*. Les cas où cette absorption est le plus faible, relativement au poids sec, correspondent aux expériences faites avec les graines du poids le plus fort, qui renfermaient des réserves plus abondantes; cette

particularité disparaîtrait probablement sur des cultures de plus longue durée.

» On peut remarquer, en outre, que *les matières sucrées absorbées sont utilisees* et qu'une grande partie doit être rejetée sous forme de gaz carbonique, puisque *leur poids peut atteindre ou même dépasser sensiblement le poids sec de la plante* (¹). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les epoques favorables dans le traitement du black rot.* Note de M. A. **Prunet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les expériences faites en France par MM. Prillieux et Layergne, Viala et Ravaz, Fréchon et de l'Écluse, etc., en Amérique par MM. Galloway, Scribner, T.-V. Munson, etc., ont montré que les composés cupriques ont une efficacité réelle contre le black rot. Dans la pratique cependant les préparations à base de cuivre n'ont pas donné de résultats constants. A côté de succès certains il y a eu des échecs indéniables.

» Au cours de la mission que M. le Ministre de l'Agriculture a bien voulu me confier, j'ai pu constater qu'un certain nombre d'insuccès résultent incontestablement soit d'une mauvaise préparation des bouillies cupriques, soit de l'insuffisance du nombre des traitements ou des quantités de bouillie répandues à chaque traitement.

» Il en est toutefois pour lesquels de tels motifs ne sauraient être invoqués. C'est ainsi que beaucoup de viticulteurs parfaitement consciencieux ont perdu une portion plus ou moins considérable de leur récolte parce que, s'attachant surtout à protéger les parties de la souche qui avoisinent le fruit, ils n'avaient pas répandu de bouillie sur les extrémites des sarments. J'ai montré récemment (²) que de toutes les feuilles appartenant en propre à un sarment, les terminales, celles qui n'ont pas encore atteint leurs dimensions définitives, sont les seules qui soient douées de réceptivité pour le black rot. On comprend que les sarments ainsi traités devaient participer à toutes les invasions. Enfin, des échecs partiels plus ou moins importants sont dus à ce que les traitements n'ont pas été faits au moment propice.

(¹) Ce travail a été fait dans les laboratoires d'Histoire naturelle et de Bactériologie de l'École de Médecine de Reims.

(²) *Comptes rendus*, 2 novembre 1897.

» Il y a plusieurs années déjà que les viticulteurs des régions fortement black-rotées supposaient que certaines époques sont plus favorables que d'autres à la lutte contre le black rot. Dans les environs de Nogaro (Gers) en particulier, beaucoup de propriétaires de vignes exagéraient le nombre des traitements dans le but de rencontrer plus sûrement ces époques, d'ailleurs restées toujours mystérieuses.

» Pour étudier la question des époques de traitement, j'ai procédé de la façon suivante : 1° des parcelles de quatre à cinq sillons étaient traitées à des époques toujours différentes; 2° dans un ensemble de parcelles traitées aux mêmes époques, certaines parcelles recevaient des traitements supplémentaires; d'autres étaient privées de tel ou tel traitement. La même expérience portait au moins sur deux parcelles, le plus souvent sur trois.

» Les résultats constatés dans la vigne d'expériences (¹) étaient comparés à ceux qu'obtenaient chez eux un certain nombre de propriétaires soigneux qui avaient bien voulu noter à mon intention les dates de leurs traitements.

» Dès la première invasion sérieuse des feuilles, celle du 18 mai, il paraissait certain qu'il existe des périodes pendant lesquelles les traitements présentent un maximum d'efficacité, ou même se montrent seulement efficaces. Dans toutes les parcelles ou vignes observées, les traitements effectués peu de jours avant ou après le 20 avril avaient seuls complètement préservé les feuilles de cette invasion. Les traitements exécutés les 12 et 13 avril avaient été bien moins efficaces; après le 29 avril, ils n'avaient plus eu d'effet. Des parcelles traitées deux fois seulement (20 avril et 12 mai) étaient indemnes, tandis que des parcelles voisines, traitées quatre fois (28 avril, 5, 12 et 17 mai), étaient sensiblement aussi frappées que les souches témoins n'ayant reçu aucun traitement. Trois vignes contiguës, situées à Monlezun, dans un foyer d'une extrême intensité et appartenant à trois propriétaires différents, MM. Bidouze, Lacave et Bousquet, avaient reçu en mai, à la même époque (du 8 au 12), un traitement. L'invasion du 18 mai fut très forte dans la vigne de M. Bousquet, qui n'avait pas eu de traitement antérieur; elle fut assez forte dans la vigne de M. Bidouze, préalablement traitée deux fois, les 12 et 29 avril; elle fut nulle dans la vigne de M. Lacave, traitée antérieurement une seule fois, le 21 avril. Ces exemples pourraient être multipliés.

» Vers le 20 avril, les pousses avaient cette année, en Armagnac, de 15^{cm} à 20^{cm} de longueur.

» Pour prévenir les invasions ultérieures, il y a eu également des époques spécialement favorables. Ces époques sont liées à des états de développement de la vigne, qui seraient d'une appréciation peu pratique s'ils

(¹) Située à Miselle, près de Nogaro (Gers), et appartenant à M. Goulard.

ne correspondaient à des stades très apparents de l'évolution du black rot, les invasions. Un traitement, fait immédiatement après une invasion, agit contre l'invasion suivante. Le maximum d'effet a été obtenu en traitant de deux à cinq jours après la période aiguë de l'invasion, soit cinq à huit jours après l'apparition des premières taches.

» C'est alors, en effet, que les organes jeunes vont se trouver en état de réceptivité pour l'invasion suivante; c'est alors aussi que les spores formées sur les parties atteintes sont mises en grand nombre en liberté. La substance cuprique recouvrira les jeunes organes au moment où ils sont aptes à être contaminés et où les causes de contamination sont les plus nombreuses.

» Les viticulteurs pourront toujours être avertis de l'existence d'une invasion par l'examen des vignes ou des parcelles qui sont, chaque année, plus particulièrement atteintes. Au besoin, quelques souches, servant de témoins, pourront être laissées sans traitement dans les parties de la vigne les plus contaminées.

» Si, pour une raison ou pour une autre, l'on n'avait pu faire un traitement en temps utile et qu'une invasion en résultât, un effeuillage pratiqué aussitôt que possible et suivi immédiatement d'un traitement cuprique, permettrait d'en atténuer largement les conséquences. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la construction rationnelle des moulins à meules métalliques*. Note de M. J. SCHWEITZER. (Extrait.)

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un système de moulins à meules métalliques, donnant tous les avantages des anciens moulins à meules de pierre, sans en présenter les inconvénients.

» Dans ces dernières années les meules de pierre ont été partiellement remplacées, pour la mouture des froments, par des appareils à cylindres, qui arrivent à produire l'écrasement du blé par une action de laminage de l'amande du grain. L'un des défauts de ce système est d'aplatir les cellules et d'éliminer ainsi, en même temps que le son, des substances nutritives que les hygiénistes considèrent comme essentielles.

» De nombreuses tentatives ont été faites pour utiliser le mode merveilleux de mouture par rotation de la meule, en remplaçant la pierre meulière par une meule en métal, donnant un travail plus régulier et plus parfait; mais leur réalisation pratique présentait de nombreuses difficultés.

» ... Il est aisé de formuler les conditions à remplir pour créer un moulin

à meules métalliques qui réponde aux conditions théoriques d'un travail parfait. Pour cela, il faut :

» 1° Que les meules soient établies suivant un plan horizontal; 2° que le parallélisme exact des deux meules soit assuré et qu'elles soient maintenues d'une façon constante pendant la marche, soit qu'on les rapproche, soit qu'on les écarte; 3° que ces meules soient munies de cannelures dont le profil soit approprié exactement au travail qu'elles sont destinées à exécuter.

» J'ai résolu ce problème en créant un système de moulins dont l'axe vertical plonge sur toute sa longueur dans une crapaudine pleine d'huile, afin de maintenir la meule d'une façon rigide dans le plan horizontal. Cet axe supporte la poulie motrice qui est en forme de cloche et porte une meule sur sa face supérieure. Par ce moyen, non seulement cette meule tourne suivant un plan déterminé et immuable, mais la force motrice est utilisée entièrement sur la poulie réceptrice, au point même de son application, par conséquent entièrement dépensée en travail utile.

» Pour obtenir le parallélisme exact des meules, j'ai fixé la meule gisante supérieure sur un plateau formant couvercle, tourné exactement au diamètre correspondant à l'alésage du bâti, de façon à ce qu'il soit guidé et puisse télescoper dans celui-ci....

» Si l'on considère l'extrême ténuité de la farine qu'il s'agit d'obtenir sans contact des meules, on comprendra les raisons qui m'ont déterminé à assurer ce parallélisme d'une manière absolue.

» En troisième lieu, ayant déterminé les lois qui régissent l'action des cannelures des meules sur le grain, j'ai établi : 1° leur direction plus ou moins oblique par rapport au rayon; 2° leur profondeur et leur largeur relatives; 3° l'angle d'inclinaison du plan formant l'arête travaillante.

» On peut, avec ces meules, effectuer avec une précision remarquable toutes les opérations de mouture, granulation, décortication ou pulvérisation : notamment le fendage longitudinal du blé, sa mouture graduelle en farines granulées conservant la forme naturelle des cellules du grain et renfermant ainsi l'intégralité des matières nutritives, phosphatées et diastasées, contenues dans l'amande. Cette farine est obtenue sans échauffement nuisible.

» On peut également obtenir, avec une précision qui n'avait pas encore été atteinte, la décortication des grains et graines fourragères, du riz, du café, etc., ainsi que le dégermage du maïs pour en éliminer les matières grasses avant son emploi en distillerie, brasserie, etc.... »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'analyse des silicates.* Note de M. A. Leclère, présentée par M. Michel Lévy.

« La principale difficulté de l'analyse des silicates tient au passage de la silice par l'état gélatineux. On sait que l'évaporation à sec à laquelle on a ensuite recours expose à l'entraînement partiel des bases dans le résidu.

» Les analogies qui existent entre le silicium, le titane et l'étain conduisent à supposer qu'il est possible d'obtenir directement la silice à l'état insoluble en attaquant par l'acide nitrique suffisamment concentré un silicate qui ne soit pas susceptible de s'hydrater pendant sa décomposition.

» Nous avons constaté qu'on obtient ce résultat en fondant d'abord les silicates naturels avec de l'oxyde de plomb : cette base forme, à une température modérée, des composés très fusibles avec tous les éléments des silicates, et retient les alcalis par une affinité bien caractérisée.

» On a indiqué que sa présence n'est pas compatible avec la conservation des vases en platine. Nous avons vérifié qu'on évite toute altération du platine : 1° en employant l'oxyde de plomb pur préparé comme il est indiqué plus loin; 2° en opérant la fusion dans un moufle de coupellation et en évitant absolument tout contact du platine avec la flamme du gaz d'éclairage.

» Le silicate porphyrisé est mélangé avec l'oxyde de plomb. La proportion d'oxyde convenable pour l'attaque d'une argile réfractaire est de trois fois le poids du minéral. La présence des alcalis permet de réduire au besoin cette proportion. Le volume total reste d'ailleurs toujours faible. Nous employons une capsule de 40^{mm} pesant 4^{gr} et munie d'un couvercle. La fusion dans un moufle, à la température du rouge orangé, dure environ une demi-heure. On peut la prolonger en ajoutant au besoin de l'oxyde de plomb si le silicate n'a pas été réduit en poudre très fine. On obtient un émail liquide qui se solidifie en se détachant du platine si l'on refroidit brusquement le fond de la capsule munie de son couvercle pour obvier aux pertes par décrépitation.

» L'émail se décompose complètement dans un mélange d'au moins dix fois son poids, formé par parties égales d'acide nitrique ordinaire et d'acide nitrique fumant. L'attaque s'effectue à froid, ou mieux vers 40°. Elle dure une heure si l'on a pulvérisé l'émail, elle se prolonge au contraire si l'on opère sur des fragments de fortes dimensions. Elle peut, dans ce cas, exiger un jour ou deux. Elle se termine toujours complètement et laisse un résidu composé de nitrate de plomb et de silice hydratée complètement insoluble.

» Il ne reste plus qu'à étendre avec de l'eau bouillante qui dissout le nitrate de plomb et à recueillir la silice sur un filtre. On s'assure de la fin du lavage en approchant une

baguette trempée dans du sulfhydrate d'ammoniaque et l'on pèse la silice après une calcination qui doit être faite à température très élevée. La matière calcinée est hygroscopique.

» L'hydrate insoluble obtenu par cette méthode retient environ 10 pour 100 d'eau lorsqu'on le sèche vers 100°. Si l'on opère sur de la silice pure et si l'on prépare l'émail en plaquettes assez minces pour éviter le gonflement sous l'action de l'acide, on obtient des lamelles qui présentent très nettement les colorations de l'opale après la dissolution du nitrate de plomb et la dessiccation.

» La liqueur acide contenant les nitrates est concentrée pour enlever l'excès d'acide nitrique, puis additionnée d'alcool. On ajoute alors de l'acide chlorhydrique en quantité un peu plus que suffisante pour précipiter le plomb qui se sépare immédiatement. La liqueur alcoolique laisse par évaporation un résidu sur lequel le dosage des bases peut être poursuivi par les méthodes de Sainte-Claire Deville et de M. Schlœsing.

» L'oxyde de plomb pur peut être préparé ainsi qu'il suit :

» Dans une dissolution à 15 pour 100 d'azotate de plomb pur du commerce, on verse une solution saturée d'acide oxalique renfermant environ 3 pour 100 d'acide nitrique. Il se forme immédiatement un précipité très dense d'oxalo-nitrate de plomb. Les impuretés restent dans la liqueur acide. On sépare le précipité, on le sèche à l'étuve et on le calcine au-dessous du rouge sombre dans une capsule de porcelaine. On en prélève le quart environ, qu'on imbibe d'acide nitrique et qu'on mélange à la matière pulvérulente. En continuant la calcination, on obtient un minium en poudre très fine qui constitue le réactif convenable pour l'attaque des silicates. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur quelques circonstances particulières qui paraissent avoir accompagné la chute d'une météorite le 9 avril 1891 à Indarck, en Transcaucasie.* Note de M. Stanislas Meunier.

« J'ai eu récemment l'occasion, à la suite d'une excursion dans le gouvernement d'Elisabethpol, d'obtenir pour la collection du Muséum un petit échantillon de la météorite d'Indarck et de recueillir des témoignages qui viennent modifier les notions acceptées jusqu'ici sur les circonstances de la chute d'après une publication de feu M. Siemarchko. Et d'abord, des raisons très sérieuses conduisent à substituer la date du 9 avril à celle du 7 avril ; en second lieu, la trajectoire du bolide était dirigée ouest-sud-ouest à est-nord-est et non pas sud-ouest à nord-est. Mais le point le plus intéressant paraît concerner la température de la pierre à son arrivée sur le sol.

» Cette masse de près de 27^{kg} est tombée sans se briser et a pénétré de 18^{cm} dans le sol, en brûlant l'herbe autour d'elle sur un rayon de 10^{m}. Le Soleil venait de se coucher, et d'après le renseignement qu'a bien voulu me fournir M. Lœwy, directeur de

l'Observatoire, avec une grande obligeance dont je le remercie, le coucher du Soleil à Elisabethpol a lieu le 9 avril à $6^h 50^m$ du soir. Or, les témoins assurent qu'étant venus pour extraire le bloc un peu avant le jour (c'est-à-dire avant $5^h 34^m$ du matin, soit dix heures environ après le phénomène), ils trouvèrent la météorite encore si chaude qu'il leur fut impossible d'y toucher avec la main. Ils se servirent de bâtons, et c'est dans un manteau qu'ils la portèrent à leur cabane.

» Une pareille durée de l'échauffement de cette masse de 27^{kg} doit faire supposer qu'elle a été, par le fait de la perte brusque de sa force vive, portée à une température très élevée. Or, étudiée chimiquement comme je viens de le faire, elle manifeste en effet des caractères attribuables à l'application d'une forte chaleur sur certaines roches météoritiques qui nous sont bien connues. Elle est complètement noire, et ce n'est qu'au microscope, par l'examen de lames minces, qu'on y reconnaît la présence d'un minéral incolore, du groupe des pyroxènes. A ce titre, elle contraste de la manière la plus complète avec la matière des météorites *grises* si fréquentes et dont on peut prendre comme type la *montréjite*. Or j'ai montré que, si l'on chauffe cette montréjite au rouge pendant quelque temps, on la rend complètement noire, par une espèce de métamorphisme : elle prend alors exactement les caractères de la pierre d'Indarck. Si celle-ci, en arrivant sur le sol, avait par hypothèse présenté les caractères de la montréjite, il serait impossible que l'échauffement intense qu'elle a subi pendant de longues heures n'ait pas suffi pour en faire la roche noire qui a été recueillie.

» Il importe d'ailleurs de remarquer que l'admission de cette transformation, par échauffement atmosphérique, n'affaiblit pas la notion du métamorphisme météoritique qui est parfaitement établie. Par exemple, on ne peut méconnaître que c'est alors qu'ils ont été empâtés dans le fer métallique qui les cimente ensemble, et bien avant la chute sur le sol, que les fragments de la roche pierreuse de la météorite de Déesa ont été transformés métamorphiquement, car ce fer contient, à l'état d'occlusion, une quantité d'hydrogène que l'échauffement sur le sol eût fait disparaître. De même, nous retrouvons la roche métamorphique en petits fragments dans des conglomérats polygéniques (comme la météorite de Parnallée) en association avec des éclats d'autres roches qui n'ont aucunement été modifiés. Mais il se pourrait, à la rigueur, que la couleur noire de la météorite de Tadjera (9 juin 1867) lui provînt, comme celle de la météorite d'Indarck, d'un échauffement contemporain de la chute; car on a raconté que la mé-

téorite algérienne a creusé, en arrivant sur le sol, un sillon de 1^{km} de longueur.

» A cette occasion, il est certain qu'il reste des éclaircissements à fournir, quant à l'échauffement, si inégal d'un cas à l'autre, que la traversée atmosphérique communique aux diverses météorites. Tandis qu'un certain nombre de celles-ci sont, au bout de peu de temps, d'un contact possible à la main, d'autres restent brûlantes pendant des heures.

» C'est ainsi que plusieurs des pierres tombées à Knyahinya, en Hongrie (9 juin 1866), ramassées *immédiatement* après leur chute, étaient seulement « tièdes comme des pierres chauffées par le Soleil ». Une pierre de 600^{gr}, tombée à Aldsworth, en Angleterre (4 août 1835), et ramassée aussitôt, n'était pas chaude. Après une demi-heure, la pierre d'Erxleben (15 avril 1812), malgré son poids de 2^{kg}, était froide; et après une demi-heure aussi celle de Werchne-Tschirskafa-Stanitza, en Russie (30 octobre 1843), qui ne pesait pas moins de 8^{kg}, était dans le même cas.

» A l'inverse, après une heure et demie de repos sur le sol, une pierre pesant 2^{kg}, tombée à Dorominsk, en Sibérie (25 mars 1805), était encore trop chaude pour qu'on pût la prendre. C'est seulement après deux heures qu'il fut loisible de toucher la pierre de 3^{kg} tombée à Mooresport, en Irlande (août 1808). Une pierre de 10^{kg}, tombée à Gross-Divina, en Hongrie (24 juillet 1837), était encore très chaude après une demi-heure. Il en fut de même pour la pierre de Wessely, en Moravie (9 septembre 1833).

» Du reste, même quand elle est intense, la chaleur des météorites paraît, en général, exclusivement localisée à leur surface. Ainsi à Orgueil (Tarn-et-Garonne) (14 mai 1864), un paysan voulant prendre une des pierres tombées dans son grenier se brûla fortement la main, et cependant, au-dessous de la très mince écorce en partie vitrifiée qui la recouvre, la météorite d'Orgueil présente une substance extraordinairement altérable par la chaleur; il suffit de la chauffer dans un tube de verre, sur une lampe à alcool, pour la décomposer profondément. De même, les météorites pierreuses les plus poudreuses, et qui sont d'un gris clair, sont enveloppées d'une couche noire de quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur, qui témoigne par sa couleur sombre que seule elle a été échauffée. Cela est frappant, même sur des échantillons n'ayant en volume qu'une fraction de centimètre cube, comme en a fourni, par exemple, la chute de Hessle, en Suède (1er janvier 1869), et qui sont restés parfaitement blancs

dans la croûte noire qui les revêt de toutes parts. Et le fait se continue même pour des masses très conductrices de la chaleur, telles que les blocs de fer métallique. Sur ceux-ci encore, s'étend une très mince écorce fondue et oxydée (exemple : fer de *Braunan*); mais, immédiatement au-dessous, le métal a conservé, à l'état d'occlusion, des gaz qu'un échauffement relativement faible suffirait à lui faire perdre.

» Ces singularités s'expliquent, sans doute, par la température extraordinairement basse des parties internes des masses météoritiques : ce n'est que le froid de l'espace interplanétaire dont elles sont imprégnées. On n'en peut citer de meilleur exemple que la pierre de Dhurrusalla, Indes (14 juillet 1860), dont les fragments recueillis immédiatement après la chute et tenus dans la main pendant un instant étaient tellement froids que les doigts en étaient transis. D'un autre côté, dans son intéressante étude sur les météorites tombées à Alfianello, près de Brescia, en Italie (16 février 1883), M. Bomlicci note que la surface d'une cassure faite aussitôt se montra extrêmement froide (*freddissimo*).

» En présence des questions qui restent encore à élucider, concernant la température des météorites, on reconnaîtra, je pense, que les notions procurées par la pierre d'Indarck ont un incontestable intérêt. »

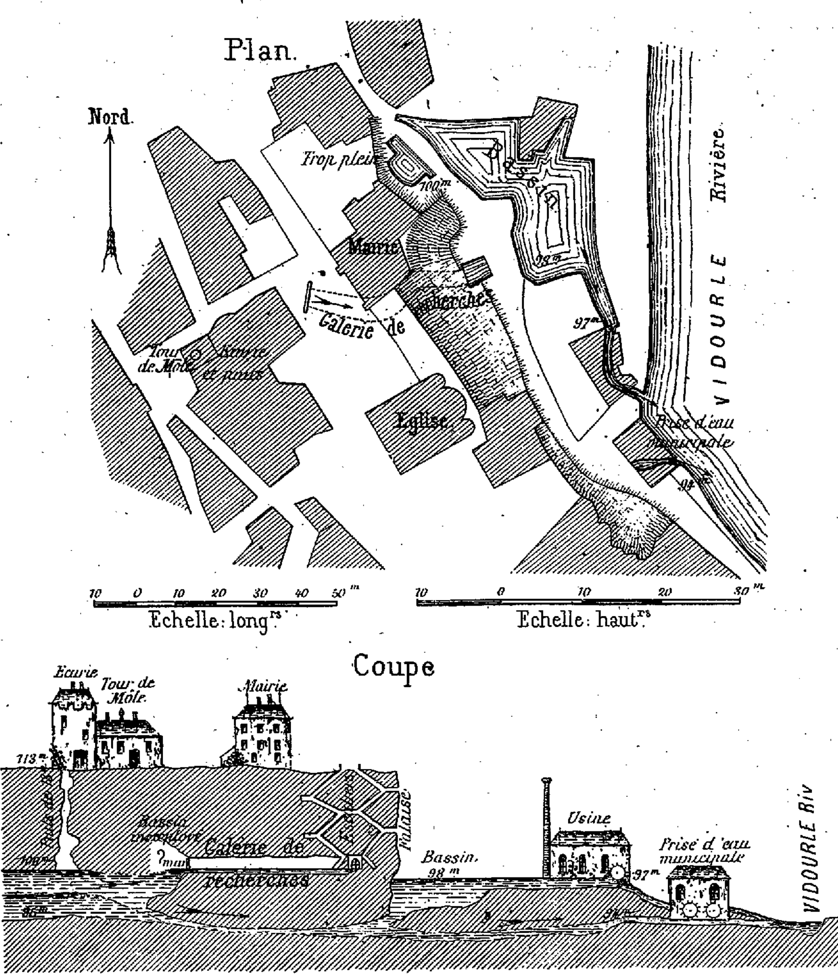
HYDROLOGIE. — *Sur la contamination de la source de Sauve (Gard).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« J'ai déjà appelé l'attention, à diverses reprises (*Comptes rendus*, 21 mars 1892, 13 janvier et 16 novembre 1896), sur le danger permanent de pollutions malsaines, auquel se trouvent exposées la plupart des sources des terrains calcaires, par suite de la fissuration de ces terrains (où les eaux *suintent* à travers les fentes des rochers, au lieu d'*imbiber* leur masse par porosité), et à cause de la funeste habitude qui consiste à précipiter les cadavres d'animaux dans les plus larges de ces fissures (avens) ou à laisser pénétrer les ordures dans les plus étroites. Une récente expérience pratique, faite avec la collaboration de MM. A. Viré et P. Faucher, a mis une fois de plus en lumière les graves conséquences de cette incurie et le peu de sécurité que présentent les calcaires, au point de vue de la filtration des eaux potables.

» La petite ville de Sauve (environ 2500 habitants), entre Nîmes et le

Vigan (Gard), est alimentée uniquement par une source, dont le débit est d'environ 1^{mc} par seconde à l'étiage, et devient beaucoup plus considérable après les grandes pluies. Cette source est parfaitement insalubre.

SOURCE DE SAUVE (GARD)



» Au bord même et sur la rive droite du capricieux torrent du Vidourle, elle sort, par quatre bassins ou orifices siphonnants (impénétrables par conséquent), échelonnés entre 94^{m} et 100^{m} d'altitude, au pied d'une falaise de 15^{m} environ de hauteur; cette falaise est l'escarpement d'un plateau de calcaire (jurassique supérieur), qui porte les maisons de Sauve

au-dessus même de la source. Or, sur ce plateau, à 85^m à l'ouest des sorties de l'eau souterraine, une ancienne construction, dite *Tour de Môle*, sert aujourd'hui de hangar et d'écurie, et renferme un puits, dont l'orifice seul est artificiel, par 113^m d'altitude. L'intérieur de ce puits est une diaclase naturelle, un petit aven, profond de 13^m, terminé par une salle d'environ 7^m de longueur sur 3^m de largeur. En descendant dans cette salle, j'en ai trouvé le bas entièrement occupé par un bassin d'eau, profond de 5^m, et sans autres issues que des fissures trop étroites pour livrer passage à un homme. Au magnésium, j'ai vu l'eau fort sale et, sans doute possible, contaminée par les ordures de l'écurie et de la tour, qui s'y infiltrent couramment à travers les 13^m d'une roche fendillée de toutes parts.

» On ignorait si ce bassin était une poche isolée, ou bien une portion des réservoirs naturels de la source.

» Accrédité à cet effet par le Ministère de l'Agriculture, j'y ai jeté, le 27 septembre 1897, à $8^h 45^m$ du matin, 250^{gr} de *fluorescéine* en poudre. Entre une heure vingt minutes et une heure quarante-cinq minutes plus tard, soit de $10^h 5^m$ à $10^h 30^m$, les quatre déversoirs-siphons de la source se sont successivement colorés de la belle teinte verte, si caractéristique, de la fluorescéine.

» L'expérience était décisive et la population de Sauve fort effarée. Car cette petite ville est souvent décimée, paraît-il, par des épidémies; les choléras de 1835 et 1884 et la fièvre typhoïde y ont fait beaucoup de victimes.

» Il est évident que la cause en doit être cherchée dans la contamination de la source. Mais l'écurie de la Tour de Môle n'est pas seule responsable de cette contamination. Les canaux souterrains, naturels, dont une petite portion s'est ainsi révélée à nous, passent justement sous toute la ville; aussi, toutes les immondices se trouvent-elles, à la moindre pluie, introduites dans les fissures du sol et drainées par la fontaine, transformée alors en collecteur. On peut donc dire que, dans une certaine mesure, les habitants de Sauve boivent leur propre égout!

» Il serait temps que l'on s'inquiétât officiellement, en présence d'une constatation aussi péremptoire, de rechercher quelles sont, en France, les sources trop nombreuses qui se présentent à ce point dangereuses pour la santé publique, et auxquelles on accordait jusqu'ici une confiance imméritée. L'enquête à instituer en ce sens ne présenterait aucune difficulté d'exécution, grâce aux moyens d'investigation souterraine que l'on possède

maintenant; il est certain que l'on parviendrait ainsi à supprimer un grand nombre de foyers d'infection non soupçonnés.

» Pour Sauve, ma conclusion formelle est que la source doit être condamnée, en ce qui touche du moins les usages alimentaires.

» Il paraît d'ailleurs que le remède se trouve à côté du mal, et que, au-dessus de la ville, il existe, dans le *château russe*, un puits qui pourrait, jusqu'à un certain point, remplacer la fontaine. Il aboutirait à une citerne naturelle de $7^m,75$ de profondeur, d'où, au plus fort des sécheresses, on aurait pompé de grandes quantités d'eau, sans que le niveau baissât d'une ligne. L'altitude de ce réservoir atteste qu'il est indépendant de ceux de la source. La ville de Sauve devrait donc s'assurer la propriété de ce puits et, sous réserve de l'analyse et de l'abondance de son débit, en tirer une ressource au moins partielle pour son approvisionnement d'eau potable.

» La source, risque perpétuel d'épidémies microbiennes ou d'empoisonnements ptomaïques, ne serait plus utilisée que pour les besoins industriels et les usages étrangers à la consommation. »

M. F. Garrigou adresse, par l'entremise de M. Potain, deux radiographies de thorax, d'une netteté particulière :

« La première, qui présente une projection très nette du cœur, a permis, de plus, par comparaison avec des observations radioscopiques antérieures, de constater la disparition complète de taches qui, d'accord avec les résultats de l'auscultation et de la percussion, décelaient des condensations de la partie supérieure des deux poumons.

» La seconde est un exemple d'application utile de la radiographie à la médecine légale. Elle a servi à établir, d'une façon incontestable, la réalité d'une fracture des côtes et de l'omoplate, qui, ayant eu lieu un an auparavant, était actuellement consolidée et n'aurait pu être autrement démontrée. »

M. A. Piéplu adresse une « Théorie des tremblements de terre et des volcans ».

M. Blaire adresse une étude sur l'énergie et la matière.

M. Vial adresse un complément à sa Communication précédente sur la dissymétrie.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 novembre 1897.

Deuxième Congrès international de Chimie appliquée, organisé sous le patronage du Gouvernement français par l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie de France et des Colonies, et réuni à Paris, du 27 juillet au 5 août 1896, sous la présidence de M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, 1897; 5 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Les Lacs français, par André Delebecque, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences. Paris, Chamerot et Renouard, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Les végétaux et les milieux cosmiques (adaptation, évolution), par I. Costantin, Maître de Conférences à l'École Normale supérieure. Paris, F. Alcan, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

Électricité et Magnétisme terrestre. Théorie de N.-R. Brück appliquée à la Physique du globe, à la Météorologie, aux incendies et au grisou, par le Lieutenant-Colonel A. Doneux. Paris, 1894; 3 vol. in-12.

Karl Weierstrass, par M. d'Ocagne, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, etc. (Extrait de la *Revue des questions scientifiques*. Octobre 1897.) Louvain, Polleunis et Ceuterick, 1897; in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Électrochimie, production électrolytique des composés chimiques, par Ad. Minet, Ingénieur-Chimiste. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1 vol. in-12.

La Loi du trapèze, par I. CHARBONNEL, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Commercy, Cabasse, 1897; 1 broch. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques et physiques élémentaires, publié sous la direction de B. NIEWENGLOWSKI, Docteur ès Sciences, etc. Rédacteur en chef : L. GÉRARD, Docteur ès Sciences, etc. N° 4. 15 novembre 1897. Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 DÉCEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur la stabilité de la tour Eiffel.* Note de M. **Bassot**.

« En avril 1896, la Commission de surveillance de la tour Eiffel, présidée par notre confrère M. Mascart, demanda au Service géographique de l'Armée de faire procéder au repérage du sommet de la tour et de vérifier par des observations périodiques si ce sommet subit quelque déplacement.

» La solution de ce problème a conduit à des résultats assez curieux et qui me paraissent dignes d'être signalés à l'Académie.

» Il est évident tout d'abord qu'en présence d'une masse métallique aussi considérable, soumise aux effets des agents atmosphériques et en parti-

culier de la chaleur solaire, il fallait s'attendre à voir le sommet de la tour constamment en mouvement; les dilatations inégales des arêtiers, inégalement exposés aux influences solaires aux différentes heures de la journée, doivent produire, en effet, une sorte de torsion de ce sommet, phénomène analogue à celui que l'on a déjà remarqué sur les pylones en bois, servant de signaux géodésiques.

» Mais quelle est l'amplitude de l'oscillation et comment la déterminer?

» Un des ingénieurs de la tour avait tenté des mesures en pointant la lunette d'un théodolite, installé sur un des massifs d'angle, sur une plaque de verre, convenablement graduée, rivée à la plate-forme supérieure. Ce mode d'observation mit en évidence le mouvement oscillatoire du sommet de la tour, mais fut impuissant à en donner la grandeur exacte; il pouvait encore moins déceler les variations qui peuvent se produire dans la position absolue de ce sommet.

» Le procédé que nous avons employé est le suivant :

» On a d'abord fondé un repère invariable sur le sol, près du pied de la verticale du paratonnerre, puis on a choisi trois stations extérieures à la tour, desquelles on puisse viser, au moyen de lunettes décrivant un plan vertical, successivement le repère et le paratonnerre. En chaque station on a installé un cercle méridien portatif, de telle manière que le champ de la lunette comprît le repère et le paratonnerre. Avec des instruments bien réglés, on pouvait ainsi, au moyen de la vis micrométrique de l'oculaire, mesurer avec une haute précision, en chaque station, l'angle existant entre les deux plans de visée.

» Au préalable, pour avoir tous les éléments nécessaires aux calculs de réduction, on a mesuré une petite base, relié les stations au repère à l'aide d'une triangulation, pris les distances zénithales; enfin on a orienté une des directions par l'observation du Soleil.

» Aux trois stations, les observations étaient simultanées et rythmées; en chacune d'elles, on pointait, à heures convenues, le paratonnerre puis le repère, puis le paratonnerre, et ainsi de suite, chaque série comprenant quatre pointés sur le paratonnerre et trois sur le repère; les séries étaient espacées de demi-heure en demi-heure.

» Les mesures ainsi faites ont été traduites sur un schéma à échelle nature et rapportées au repère fixe. L'intersection deux à deux des plans passant par le paratonnerre donne finalement pour chaque série un petit chapeau, dont le centre de gravité fournit la position du paratonnerre au moment de l'observation.

» Remarquons en passant que la grandeur du chapeau permet d'évaluer l'erreur d'observation; il résulte de nos opérations que chaque position du paratonnerre est déterminée avec une erreur moyenne de $\pm 3^{mm}$ seulement. C'est grâce à cette préci-

sion que nous avons pu étudier avec certitude le mouvement du sommet de la tour, qui est en réalité très faible, et mettre en évidence son oscillation périodique.

» Pour chaque journée d'observation, on a finalement un dessin figuratif donnant de demi-heure en demi-heure le pied de la verticale du paratonnerre, et chaque position du sommet de la tour se trouve définie par sa distance horizontale au repère fixe et par l'azimut vrai de la ligne joignant sa projection au repère.

» En réunissant par une courbe les positions successives du paratonnerre, on fait ressortir le mouvement progressif de la tour pendant la durée des observations.

» Les expériences ont été faites en août 1896, en mai et en août 1897. Il eût été désirable, en principe, de n'observer que par temps calme et couvert pour obtenir le minimum de déviation de l'axe de la tour et en conclure son repérage avec plus de certitude. Mais cette condition était difficile à réaliser, nos postes d'observation n'ayant pas été organisés en observatoires permanents; il eût fallu d'ailleurs immobiliser pendant trop longtemps le personnel assez nombreux, nécessaire au travail, qui avait à satisfaire à d'autres nécessités impérieuses de service. En réalité, nous avons fait les observations un certain nombre de jours, quelque temps qu'il fît, et les résultats que nous avons trouvés démontrent qu'il n'est pas indispensable d'avoir un ciel couvert pour l'étude dont il s'agit.

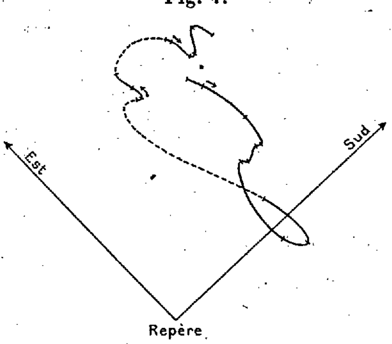
» Les 21 mai et 25 août derniers, nous avons pu faire les expériences d'une manière presque continue depuis le matin jusqu'au soir. Nous en donnons les résultats ci-après, à titre d'exemple.

» De l'examen des courbes de ces deux journées il ressort que le sommet de la tour a des mouvements plus rapides et que les variations en distance et en azimut sont plus considérables le matin que dans l'après-midi.

» Le 25 août, entre 8^h et 10^h du matin, le vent étant assez fort, la courbe s'élargit; l'azimut varie d'une manière assez sensible, mais la distance se modifie peu. Le vent a donc une action, mais cette action est faible.

» Les deux courbes affectent une forme qui se rapproche assez d'un 8 non fermé. Evidemment la courbe des 24 heures doit être plus complexe et cela se conçoit : vers la fin de la nuit, le paratonnerre doit avoir de faibles mouvements; dès que la chaleur solaire se fait sentir, les mouvements deviennent rapides; on voit le paratonnerre se rapprocher du repère, puis s'en éloigner; dans l'après-midi, quand l'effet total de la chaleur s'est produit, il y a un moment d'équilibre où les mouvements sont faibles : la nuit venue, avec le premier refroidissement nocturne, les mouvements doivent encore une fois être rapides, puis redevenir faibles quand arrive l'équilibre nocturne.

Fig. 1.

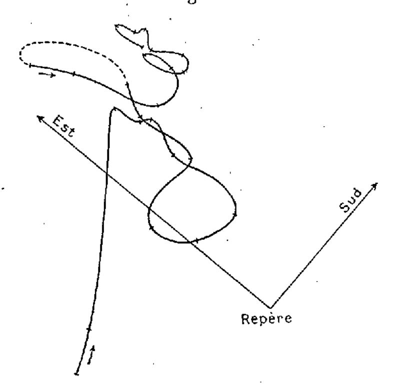


Journée du 21 mai 1897.

Nos des séries.	État du ciel.	Heures.	D.	Azimuts (1).	e.
		h m	mm	G	
1.....	Couvert, temps calme.	4,30 M.	66	352,5	5,5
2.....	Id.	5, 0	65	356,5	4,5
3.....	Id.	5,30	59,5	370	6
4.....	Id.	6, 0	54	378	5
5.....	Soleil, léger vent E.	6,30	53	376	1,5
6.....	Voilé.	7, 0	48	376	3
7.....	Soleil.	7,30	47,5	373	3
8.....	Soleil, vent.	8, 0	37	6,5	3
9.....	Soleil.	8,30	42,5	15	3,5
10.....	Temps couvert.	9, 0	41	388	4
11.....	Soleil.	Midi S.	61	338,5	2
12.....	Voilé, vent S.-E.	Midi 30	61,5	340,5	1,5
13.....	Id.	1, 0	60,5	338	2
14.....	Temps voilé.	1,30	69,5	334	1,5
15.....	Temps voilé, vent.	5, 0	77	347,5	3
16.....	Couvert, vent S.-E.	5,30	76,5	348,5	2
17.....	Id.	6, 0	72,5	352,5	3,5
18.....	Id.	6,30	72	354	3,5
19.....	Soleil.	7, 0	80	352,5	3,5
20.....	Couvert, vent S.-E.	7,30	78,5	357,5	4,5

(1) Les azimuts sont comptés géodésiquement, du sud au nord en passant par l'ouest.

Fig. 2.



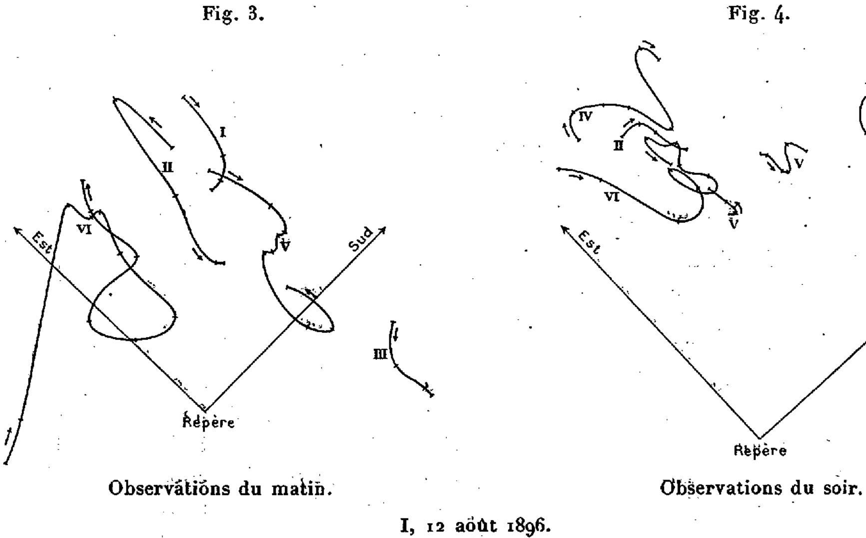
Journée du 25 *août* 1897.

Nos des séries.	État du ciel.	Heures.	D.	Azimuts.	*e.*
		h m	mm	G	
1....	Soleil très faible.	5,30 M.	56	235	(1)
2....	Temps couvert.	6, 0	50	248,5	(1)
3....	Soleil.	6,30	69	314,5	2,5
4....	Id.	7, 0	61	317,5	0,5
5....	Soleil faible.	7,30	61	320	<0,5
6....	Id.	8, 0	49	320	1
7....	Soleil, vent fort.	8,30	27	334	3
8....	Id.	9, 0	27	303	1
9....	Id.	9,30	40	292,5	1,5
10....	Nuages.	10, 0	46	325,5	4
11....	Id.	10,30	63,5	318	<0,5
12....	Nuages, vent fort.	11, 0	72	320	1,5
13....	Couvert, pluie violente.	1,00 S.	93	307	5,5
14....	Pluie.	1,30	83	312	0,5
15....	Couvert.	2, 0	63	324	1
16....	Pluie.	2,30	70,5	331,5	(1)
17....	Couvert.	3, 0	78	326	1
18....	Id.	3,30	68	333,5	2
19....	Id.	4, 0	72,5	335	1
20....	Id.	4,30	77	328	1,5
21....	Id.	5, 0	83	329	1
22....	Id.	5,30	83	327	<0,5
23....	Id.	6, 0	87	324	1,5
24....	Id.	6,30	78,5	327	<0,5

(1) Séries à deux recoupements seulement.

» D'autres observations ont été faites en août 1896 et en mai 1897; mais celles-ci ne comportent que quelques mesures faites le matin et le soir; elles n'ont pas, par conséquent, la continuité des journées précédentes. Elles confirment néanmoins les conclusions que nous venons d'énoncer sur une plus grande rapidité des mouvements du sommet de la tour dans la matinée, et sur sa fixité relative dans les heures du soir.

» En condensant sur un même schéma toutes les courbes du matin, puis, sur un autre, toutes les courbes du soir, on a les figures ci-dessous :



Observations du matin. Observations du soir.

I, 12 août 1896.
II, 14 mai 1897.
III, 15 mai 1897.
IV, 19 mai 1897.
V, 21 mai 1897.
VI, 25 août 1897.

» Les remarques qui précèdent conduisent à cette conclusion que, pour vérifier par des observations périodiques si le sommet de la tour Eiffel subit quelque déplacement, il suffit de faire les observations pendant la période diurne où les mouvements sont les plus faibles, c'est-à-dire, le soir, pendant les deux ou trois heures qui précèdent le coucher du soleil. On n'obtiendra évidemment qu'une valeur approchée de la position absolue du paratonnerre par rapport au repère fixe, mais ce renseignement suffira pour déceler un déplacement important de la tour, s'il s'est produit dans l'intervalle des époques d'observation.

» Partant de ce principe, nous avons reconnu que le sommet de la tour

n'a subi aucun déplacement appréciable entre le mois d'août 1896 et le mois d'août 1897 : sa projection se trouve, le soir, à 9^{cm} environ du repère fixe du sol, dans le quadrant sud-est, sous un azimut moyen de 45° par rapport au sud.

» Nous avons reconnu également, par l'ensemble de nos observations, que la distance entre la projection du paratonnerre et le repère fixe n'a oscillé qu'entre des limites très faibles, de $2^{cm},7$ à 11^{cm}, mais que les variations en azimut de la ligne qui joint ces deux points s'étendent sur plus d'un quadrant. La torsion diurne du sommet de la tour est donc très nettement mise en évidence.

» Si l'on voulait se servir de la tour comme d'un signal géodésique et y faire un tour d'horizon, il serait par suite nécessaire d'adopter, comme sur les pylônes en bois, une méthode particulière d'observation pour éliminer l'erreur provenant de cette torsion. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales doubles de seconde espèce dans la théorie des surfaces algébriques.* Note de M. **Émile Picard.**

« On connaît l'importance des intégrales doubles de *première* espèce dans la théorie des surfaces algébriques. Il est naturel de rechercher si certaines intégrales doubles peuvent jouer, dans cette théorie, un rôle analogue à celui que jouent les intégrales abéliennes de seconde espèce dans l'étude des courbes. Je voudrais indiquer seulement ici le point de vue auquel je me suis placé dans cette question, et que je développerai ailleurs.

» Considérons une surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0,$$

et une intégrale double relative à cette surface

$$\iint R(x, y, z)\,dx\,dy, \tag{1}$$

R étant rationnelle en x, y et z. Prenons, sur cette surface, un point arbitraire A (qu'on peut toujours supposer simple, en considérant, s'il est nécessaire, à la place de f une autre surface représentative de la classe des surfaces qui correspondent point par point à f). Supposons qu'on puisse trouver une intégrale de la forme

$$\iint \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y}\right) dx\,dy, \tag{2}$$

U et V étant rationnelles en x, y, z (quand on prend les dérivées partielles de U et V, on considère, bien entendu, z comme fonction de x et y), telle que la différence des intégrales (1) et (2) reste finie dans le voisinage de A. Si cette circonstance se présente pour tous les points de la multiplicité fermée que représente la surface, nous dirons que *l'intégrale* (1) *est de seconde espèce*. Cette définition est de nature *invariante* relativement aux transformations birationnelles.

» Il existe un certain nombre d'intégrales J de seconde espèce, dont aucune combinaison linéaire n'est de la forme (2), et telles que toute autre intégrale de seconde espèce est une combinaison linéaire des intégrales J, à un terme additif près de cette même forme (2).

» Il est clair qu'on peut définir de la même façon les intégrales abéliennes de seconde espèce relatives à une courbe algébrique

$$f(x, y) = 0;$$

les intégrales de la forme (2) sont à remplacer alors par des intégrales de la forme

$$\int \frac{dU}{dx} dx,$$

où U est une fonction rationnelle de x et y. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des premières modifications qui surviennent dans les cellules fixes de la cornée, au voisinage des plaies de cette membrane.* Note de M. L. **Ranvier**.

« J'ai montré, il y a plus de vingt ans, que du segment central d'un nerf sectionné partent des bourgeons nerveux qui s'accroissent peu à peu et remplacent les tubes nerveux dégénérés du segment périphérique.

» Ces bourgeons sont émis par les cylindres-axes conservés du segment central.

» Ce fait et d'autres analogues que j'en ai rapprochés m'ont conduit à proposer la théorie des *neurones*, dont le nom cependant n'est pas de mon invention. Il appartient au professeur Waldeyer. Qu'il me soit permis à ce propos de reproduire un passage de mon *Traité technique d'Histologie*. Il se trouve aussi bien dans la première édition de cet Ouvrage que dans la seconde.

« Les organes qui appartiennent au système nerveux (encéphale, moelle épinière, ganglions périphériques, nerfs, terminaisons nerveuses) sont si différents les uns des autres qu'on ne les aurait pas compris jadis dans un même ensemble anatomique s'ils n'étaient pas reliés entre eux de manière à former un tout continu. Aujourd'hui, l'analyse histologique qui a été faite de ce système nous permet d'en ramener les différentes parties à un type parfaitement défini. Ce type, nous le trouvons dans la cellule nerveuse ou cellule ganglionnaire.

» Les cellules nerveuses, bien que très variables dans leur forme et leur dimension, ont cependant un caractère commun : elles émettent toutes des prolongements qui deviennent des fibres nerveuses. Ces fibres, après un trajet plus ou moins compliqué dans les centres, s'associent pour former les nerfs périphériques et se continuent sans interruption jusqu'à leur terminaison dans les organes.

» Il n'y a donc pas lieu de distinguer, en se plaçant il est vrai à un point de vue très général, les fibres nerveuses comme des éléments spéciaux, car elles sont des prolongements cellulaires extrêmement étendus et formés d'une substance semblable à celle des cellules dont elles émanent. C'est ainsi qu'une fibre nerveuse, née de la moelle épinière et qui, après avoir parcouru une certaine portion de la substance blanche de cet organe, s'engage dans une racine sacrée pour suivre le nerf sciatique et venir se terminer dans un des muscles du pied, doit être considérée, dans toutes les portions de ce long trajet, comme un prolongement cellulaire, et c'est, à proprement parler, la cellule nerveuse elle-même, étirée en un pédicule extrêmement allongé, qui vient impressionner la fibre musculaire à laquelle elle commande.

» Il me semble que le mot de *neurone*, substitué à celui de *cellule nerveuse* ou ganglionnaire, n'a rien ajouté à ce que nous savions de cette cellule. Cependant, en parcourant ce qui a été écrit à ce sujet depuis quelques années, j'y vois clairement que les histologistes ont été en proie à une illusion regrettable.

» Avant d'aborder le sujet que je me propose de traiter spécialement dans cette Note, je dois encore rappeler une observation que j'ai faite sur les cellules endothéliales du péritoine enflammé. Ces cellules s'hypertrophient sous l'influence de l'irritation et émettent des prolongements qui peuvent atteindre une longueur relativement considérable.

» J'ai cherché à rapprocher ce dernier phénomène du bourgeonnement et de la croissance des cylindres-axes que j'avais observés à la suite de la section des nerfs. Retrancher par incision un ou plusieurs prolongements d'une cellule conjonctive ordinaire et suivre ensuite les modifications qui s'y produisent est une expérience qu'on ne saurait réaliser. Mais on peut agir un peu au hasard sur un groupe de cellules conjonctives, en choisissant des organes où leur orientation et leurs rapports soient bien déterminés. Les tendons filiformes de la queue du rat et la cornée du lapin sont des organes où ces conditions existent.

» J'ai expérimenté d'abord sur la cornée du lapin. J'y ai obtenu des résultats entièrement satisfaisants, que je vais donner dans cette Communication.

» Comme on le sait, les cellules fixes de la cornée sont disposées régulièrement entre les lames conjonctives de cette membrane. Elles sont munies de prolongements latéraux qui, chez le lapin, sont presque tous membraniformes (voyez mes *Leçons sur la cornée*). Ces prolongements s'anastomosent entre eux, de telle sorte qu'entre les lames conjonctives sont étendues des lames protoplasmiques beaucoup plus minces. En outre, ces lames, au lieu d'être continues comme les lames conjonctives, sont fenêtrées. Ces fenêtres ne sont autre chose que les mailles laissées entre les prolongements cellulaires anastomosés.

» De cette disposition il résulte qu'une incision, faite à la cornée perpendiculairement à sa surface, divisera les cellules en un point varié de leur corps ou de leurs prolongements, et qu'il y aura un nombre d'autant plus considérable de couches cellulaires atteintes que l'incision aura été plus profonde.

» J'ai fait des incisions comprenant un dixième, un quart et un tiers de l'épaisseur de la membrane et, dans tous les cas, j'ai obtenu des résultats semblables. J'ai laissé vivre les animaux vingt-quatre et quarante-huit heures. La méthode de l'or, appliquée comme il est dit dans mes *Leçons sur la cornée*, est la seule qui m'ait fourni des préparations entièrement démonstratives. Les cellules fixes doivent y être colorées en violet foncé, presque noir. Leurs prolongements, même les plus délicats, sont alors bien dessinés. On les observe sur des coupes faites au rasoir perpendiculairement aux incisions qui ont été pratiquées sur l'animal vivant.

» Comme je l'ai montré dans une Communication antérieure, les lèvres de la petite plaie consécutive à l'incision sont, au bout de vingt-quatre heures, recouvertes de cellules épithéliales provenant du glissement et de l'éboulement de l'épithélium antérieur circonvoisin. Il arrive fréquemment qu'en quelques points, sous l'influence des réactifs ou des manœuvres de la préparation, les cellules épithéliales ont été détachées. Ce sont ces points que l'on doit choisir pour faire les premières observations, parce que les faits y sont, sinon plus nets, du moins plus faciles à reconnaître. Les cellules fixes, qui ont été entamées par le couteau, présentent déjà, au bout de vingt-quatre heures, des prolongements bourgeonnants du côté des lèvres de la plaie. Au bout de quarante-huit heures, ces prolongements se sont accrus, ont gagné la surface de section, puis, après s'être in-

curvés brusquement, s'y sont étalés pour la recouvrir. Ils se sont aplatis et anastomosés avec ceux qui proviennent des cellules voisines. Il en résulte que la solution de continuité, au-dessous des cellules épithéliales qui la comblent ou la recouvrent, est complètement tapissée d'une lame protoplasmique fenêtrée qui ne contient pas elle-même de noyaux, mais qui est en rapport avec les cellules fixes voisines au moyen d'un très grand nombre de ponts également protoplasmiques qui ne sont que des prolongements cellulaires.

» Il me paraît inutile d'insister sur le rapprochement de ce phénomène avec celui du bourgeonnement et de l'extension des cylindres-axes sectionnés, car il est évident qu'ils sont du même ordre.

» On se demandera pourquoi je ne dis rien aujourd'hui des modifications qui doivent se produire à la suite des sections de la cornée dans les nombreuses fibres nerveuses qui occupent l'épithélium et le stroma de cette membrane.

» On se demandera, sans doute, encore pourquoi je ne parle pas des phénomènes de cicatrisation de la cornée ultérieurement à la quarante-huitième heure.

» J'en ferai le sujet de prochaines Communications. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur la contamination des puits.*
Note de M. **Duclaux**.

« Divers savants, et dans notre dernière séance M. Martel, ont montré combien était facile la contamination des puits dans les terrains calcaires fissurés : ces puits drainent les eaux superficielles et les reçoivent parfois telles qu'elles courent sur le sol, avec toutes leurs impuretés. Je voudrais montrer que le danger n'est pas moins grand dans les terrains perméables et poreux, avec cette différence pourtant que la nitrification peut parfois intervenir et détruire les matières organiques apportées par l'eau avant qu'elle ait atteint la nappe souterraine des puits. Je voudrais profiter aussi de l'occasion pour montrer qu'on peut porter un jugement assuré sur la contamination d'une eau avec les seules ressources de la Chimie pure, et sans avoir recours aux méthodes parfois fallacieuses de la Bactériologie.

» Mon attention a été appelée, pendant ces vacances, sur une petite ville du Cantal où avait éclaté une légère épidémie de fièvre typhoïde. Cette ville, assise sur un petit mamelon porté par un contrefort qui court du

nord au sud en s'abaissant vers la vallée du Lot, repose sur un terrain de gneiss très absorbant, et possède, par suite, une nappe d'eaux souterraines qui s'écoulent lentement le long des pentes. Il suffit de percer, en un point quelconque, un puits de quelques mètres de profondeur pour y voir arriver l'eau. Aussi beaucoup de maisons ont une pompe dont le réservoir est tantôt dans la cave, tantôt dans le jardin, quand il y en a un. Comme il n'y a nulle part de fosse d'aisances étanche, comme les canalisations sont à l'état rudimentaire, comme, en outre, il n'est pas rare d'y trouver des rues couvertes d'un tapis de fougères, de bruyères ou de genêts qui pourrissent en retenant l'eau du ciel et toutes les eaux ménagères, on voit que toutes les conditions sont réunies pour qu'une rotation régulière s'établisse entre la cuisine et le puits de chaque maison.

» L'important était de savoir comment se traduisait cette contamination inévitable, et à quel état arrivaient au puits les eaux qui avaient lavé et emporté les déjections et les fumiers accumulés à la surface du sol. C'est pour cela que j'ai fait une série d'analyses portant sur des eaux prises en amont de la ville, dans les puits de la ville et en aval de la ville, dans ses environs médiats ou immédiats, sans quitter pourtant son horizon géologique. J'ai réduit ces analyses au strict nécessaire pour l'objet que j'avais en vue, et n'y ai dosé que le résidu d'évaporation à 100°, le chlore, la chaux, l'ammoniaque, les nitrates, et, éventuellement, les phosphates.

» Voici les nombres trouvés. J'ai mis au premier rang les sources en amont de la ville : les sources 1 et 2 sont réunies dans une canalisation qui les amène à une fontaine publique n° 3, malheureusement insuffisante. Les puits 7 à 21 sont ceux où j'ai eu accès en ville. Les puits ou sources 22 à 26 sont tous à des niveaux plus bas que les précédents, et sont plus ou moins éloignés de l'agglomération urbaine, mais toujours dans le même terrain. Les chiffres sont des milligrammes par litre.

Sources en amont de la ville.

	Chlore.	Chaux.	Résidu.		Chlore.	Chaux.	Résidu.
1............	3,0	2,0	35	4............	3,6	1,5	36
2............	3,5	2,0	35	5............	3,0	1,0	26
3. 1re analyse(1).	4,0	2,5	35	6............	6,0	6,0	42
» 2e » ..	5,0	1,5	22				

(1) Lorsqu'il y a deux analyses, elles ont porté sur deux échantillons prélevés au même point, l'un huit jours, l'autre vingt jours après une période de pluies.

Puits de la ville.

	Chlore.	Chaux.	Résidu.
7. 1re analyse..	24	17	135
» 2e » ..	20	14	137
8. 1re » ..	40	29	218
» 2e » ..	»	»	222
9. 1re » ..	50	27	335
» 2e » ..	»	»	328
10. 1re » ..	55	28	351
» 2e » ..	»	»	364
11............	106	40	449
12. 1re analyse..	60	26	308
» 2e » ..	»	»	301
13. 1re » ..	128	74	676
» 2e analyse..	126	59	690

	Chlore.	Chaux.	Résidu.
14. 1re analyse..	133	54	563
» 2e » ..	123	31	575
15............	120	63	448
16. 1re analyse..	48	107	423
» 2e » ..	»	»	425
17. 1re » ..	103	50	534
» 2e » ..	117	28	601
18. 1re » ..	23	38	256
» 2e » ..	27	30	267
19............	64	35	323
20............	13	14	105
21. 1re analyse..	15	33	188
» 2e analyse..	»	»	223

Sources ou puits de la même région, en aval.

22. 500^{m} [1]...	27	12	174
23. 1000^{m}......	3	3	41
24. 2000^{m}......	3,5	6	67
25. 4000^{m}......	3,0	2,5	42
26. 15^{km}.......	2,5	3,0	24

» L'étude de ce Tableau conduit aux conclusions suivantes :

» 1° La preuve de la contamination est faite par l'apparition, dans l'eau des puits, de deux éléments presque absents dans les eaux vierges de la même région géologique, la chaux et le chlore. La chaux est apportée en ville par les aliments de l'homme et des animaux, et c'est de l'intestin qu'elle passe dans les puits, où sa proportion est parfois 50 fois plus grande que la proportion normale. Le chlore provient lui aussi des urines et des fumiers, et il y en a, dans certains puits, 50 fois plus que dans les eaux vierges. Encore faut-il remarquer que ces dernières eaux, lorsqu'elles circulent en nappe sous des sols non habités, mais cultivés, leur ont emprunté en les traversant un peu de la chaux et du chlore apportés par les fumiers. Quand elles circulent sous des sols en friche ou couverts de bois, la chaux n'y dépasse pas, en terrain de gneiss, 1^{mgr} et le chlore 3^{mgr} par litre, tandis que dans l'eau des puits nous trouvons des chiffres de 107^{mgr} de chaux et de 133^{mgr} de chlore.

» 2° Si grande qu'elle soit, la variation du chlore et de la chaux n'est

[1] Distances en droite ligne des sources ou puits au centre de la ville.

qu'une fraction assez faible de la variation du résidu d'évaporation, qui ne dépasse pas 40 en amont et en aval de la ville, tandis qu'il atteint le chiffre de 690 dans un des puits. D'une manière générale, ce chiffre va en augmentant à mesure qu'on se rapproche du centre de l'agglomération, et diminue quand on s'en éloigne. Cette augmentation n'est due que pour une faible part à la présence de matières organiques. Sauf pour le puits n° 11, creusé dans la cave d'une maison très sale, ces eaux de puits réduisent faiblement l'hypermanganate en solution acide ou alcaline et ne contiennent pas d'ammoniaque; mais les nitrates y sont abondants et atteignent des chiffres compris entre 100 et 200^{mgr} de nitrate de potasse par litre. Il m'est même arrivé, en évaporant un litre de l'eau du puits n° 14, de les voir cristalliser au fond de la capsule de platine.

» 3° On peut inférer de là que, malgré la densité relativement grande de la population (environ 800 habitants sur moins de 2 hectares), et l'état de saleté habituel de la petite ville, le sol poreux et absorbant en protège les habitants, à leur insu, en nitrifiant, avant de la laisser arriver dans les puits, la matière organique de l'eau qui le traverse. Tel était, au moins, le cas après l'été pluvieux que nous venons de subir cette année. Mais cet équilibre de nitrification n'est pas assez stable pour qu'on puisse compter sur lui. Nous avons vu qu'il était troublé pour le puits n° 11, qui recevait de l'extérieur de la matière organique incomplètement transformée. On peut prévoir qu'il ne se réalisera pas dans tous les temps et dans tous les lieux, et que, par conséquent, les habitants sont toujours exposés à retrouver dans leur eau de boisson un peu de la matière organique et quelques-uns des microbes provenant de leurs fumiers ou de leurs déjections.

» 4° En acceptant l'hypothèse la plus favorable, celle où la nitrification de la matière organique, garantissant son innocuité, serait toujours assurée, l'eau des puits n'en contiendrait pas moins, à côté des nitrates, tous les autres matériaux des excréments ou des fumiers que le sol ne retient pas, à savoir, le chlorure de sodium et les phosphates des urines. Les eaux des puits que j'ai étudiés atteignent, sous ce point de vue, un degré d'impureté peu habituel. Il y en a qui sont sensiblement salées au goût, et la proportion moyenne d'acide phosphorique y atteint 25^{mgr} par litre. C'est environ cinquante fois plus que dans les eaux vierges de la région, qui en contiennent moins de 0^{mgr},5 par litre. C'est, d'un autre côté, environ cinquante fois moins que dans l'urine.

» 5° Nous arrivons donc, par différentes voies, à cette conclusion que l'eau des puits étudiés est, ou du moins était, cette année, après les pluies

abondantes de l'été, un mélange de 1^{lit} d'urine avec 50^{lit} d'eau de pluie. La proportion doit être plus considérable pendant les étés secs. Cette conclusion n'a rien de réjouissant. On peut lui donner une autre forme en disant que l'eau de ces puits est tout à fait comparable aux eaux d'égout de Paris lorsque, après s'être épurées à Gennevilliers, elles sont déversées dans la Seine. Elles ont beau contenir la proportion normale d'oxygène, être limpides et pauvres en microbes, elles sont riches en sels, en nitrates, et personne n'en voudrait faire des eaux de boisson, même après cuisson ou filtration poreuse.

» Toutes ces conclusions, obtenues par la Chimie pure, viennent à l'appui de l'opinion que j'ai soutenue dans mon récent *Traité de Microbiologie* au sujet de la prépondérance des déterminations chimiques sur les déterminations bactériologiques dans les analyses d'eau. En procédant par analyses comparatives des eaux suspectes et des eaux pures de la même région, on peut d'ordinaire savoir d'où vient le mal et aussi quel est le remède. Dans l'espèce, c'est en allant recueillir les eaux pures qui existent en amont que la petite ville dont je parle pourra remplacer par de l'eau réellement potable et sûrement inoffensive les eaux *fertilisantes* qu'elle consomme aujourd'hui.

» Diverses analyses faites çà et là m'ont prouvé qu'il n'est pas rare de rencontrer en France des situations toutes pareilles à celle que je viens d'esquisser, et c'est pour les déceler que l'Institut Pasteur organise en ce moment un service de recherches et de renseignements. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations actinométriques faites sur le mont Blanc.* Note de MM. **Crova** et **Hansky**.

« Pendant les mois d'août et de septembre, de nouvelles recherches (¹) ont été entreprises sur divers points du massif du mont Blanc. Dans le courant du mois de juillet, des déterminations rigoureuses des constantes des actinomètres, et leur comparaison avec la marche de l'actinographe Crova, décrit dans une Note précédente, ont été faites à Montpellier par MM. Crova et Hansky, avec le concours de M. Compan; les plus grandes différences ont été inférieures à un centième des quantités à déterminer. Les instruments, transportés à l'observatoire de M. Janssen à Meudon, ont

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 928.

été soumis à divers essais, puis mis en expérience à Chamonix et sur divers points du massif du mont Blanc.

» Le régime constamment pluvieux des mois d'août et de septembre a été un grand obstacle à ces travaux; en utilisant les trop rares journées par lesquelles des observations purent être faites, nous avons obtenu les résultats suivants :

» Le 5 septembre, M. Hansky a obtenu à Chamonix une courbe calculable; le ciel était assez pur, et la partie de la courbe obtenue de 1^h à $4^h 30^m$, heure à laquelle le soleil fût caché par les montagnes était très bonne ; quoique le ciel fût d'un bleu assez pur, l'état hygrométrique croissait continuellement, et la pluie survint le lendemain ; les indications de l'actinomètre atteignirent $1^{Cal},55$ (observations isolées), et l'actinographe donna à $10^h 30^m$ un maximum de $1^{Cal},71$ correspondant à une masse atmosphérique traversée égale à 1,35.

» Les valeurs de p, calculées par la formule M. Crova (¹), varièrent de 0,67, à 1^h, à 0,45 à 5^h du soir.

» Les valeurs de la constante solaire, calculées au moyen des valeurs de p, furent $2^{Cal},7$, $2^{Cal},45$, $2^{Cal},77$ et $2^{Cal},5$.

» Deux courbes furent obtenues par M. Hansky sur le Brévent :

» La première, le 26 août, donne une partie calculable de $7^h 30^m$ du matin à 3^h du soir; le ciel d'un beau bleu se recouvrait de temps à autre de cirrus; mais dans les éclaircies, le ciel étant d'un bleu intense, l'actinographe enregistrait instantanément les maxima; la plus forte valeur donnée par les observations actinométriques discontinues fut obtenue à $9^h 30^m$; elle était égale à $1^{Cal},62$, correspondant à une masse atmosphérique 1,1.

» Les masses étaient calculées, soit par la formule de Laplace, soit par celle de Bouguer, qui donnent des résultats sensiblement identiques, et ramenées à la pression normale 760^{mm}; pendant les observations, la pression moyenne fut 563^{mm}.

» Le maximum enregistré par l'actinographe fut $1^{Cal},77$ à 10^h, la masse atmosphérique traversée étant 1,02.

» Le relevé de la courbe a donné :

Pour des masses	1,0	1,5	2,0
Des intensités égales à	$1^{Cal},81$	$1^{Cal},54$	$1^{Cal},34$

» Les valeurs correspondantes de p étaient 0,724 et 0,763.

» La constante solaire Q était respectivement : $2^{Cal},99$ et $3^{Cal},1$.

» La température moyenne était $+3°,0$; l'état hygrométrique moyen, 0,30, et la tension de vapeur, $4^{mm},0$.

» Une seconde courbe fut obtenue au Brévent par M. Hansky le 25 septembre. Une partie de la courbe, assez régulière pour être calculée, fut obtenue de 7^h à $9^h 15^m$. La

(¹) $y = \frac{Q}{(1+x)^p}$, dans laquelle y est l'intensité, x la masse traversée, Q la constante solaire et p un coefficient lié à l'absorption.

pression était 575^{mm}; la température, + 7°,7; l'état hygrométrique, 0,38, et la tension de vapeur, 3^{mm},0.

» Entre les cirrus répandus sur divers points, le ciel était d'un bleu pur, et la polarisation variait de 0,50 à 0,57.

» Le rayonnement solaire était assez fort; les observations discontinues donnèrent 1^{Cal},6 à midi et atteignirent 1^{Cal},65 à 4^{h}3^m.

» L'actinographe enregistra, à 12^{h}10^m, un maximum de 1^{Cal},81.

» Les intensités et les masses correspondantes ont été repérées sur la courbe; elles ont été :

Intensités........	1,81 Cal	1,61 Cal	1,41 Cal	1,34 Cal
Masses	1,5	2,0	2,5	3,0

» On en a déduit, pour les valeurs correspondantes de p,

0,64 0,63 0,64

et, pour les valeurs de Q,

3^{Cal},26 3^{Cal},23 3^{Cal},26

» Le 2 septembre, une courbe fut relevée aux Grands-Mulets par M. Hansky; cette station est moins favorable que le Brévent, en raison des obstacles que présentent les hauts sommets qui l'entourent, et de la poussière de neige qu'en détache le vent, et qui, en suspension dans l'atmosphère, diffuse une partie de l'énergie calorifique de la radiation solaire. De 7^{h}30^m à 11^h, la courbe enregistrée fut bonne.

» Les observations directes donnèrent, à 10^h, un maximum de 1^{Cal},61.

» Le maximum relevé sur la courbe de l'actinographe fut 1^{Cal},82 à 11^h, la masse atmosphérique correspondante étant 0,92.

Masses traversées...	1,0		1,5		2,0		2,5
Intensités	1^{Cal},77		1^{Cal},54		1^{Cal},36		1^{Cal},23
Valeur de p		0,619		0,687		0,649	
Constante solaire...		2^{Cal},72		2^{Cal},90		2^{Cal},78	

» La pression fut 523^{mm},8; la température, +4°,7; l'état hygrométrique, 0,36; la tension de vapeur, 2^{mm},6, et la polarisation, 0,30.

» La présence de cirrus et de nébulosités passant de temps en temps sur le disque solaire, ainsi que la poussière très fine de neige chassée par un vent assez fort, produisaient une diffusion qui rend compte de la faiblesse relative des nombres obtenus.

» Le ciel se couvrit ensuite; la pluie, puis la neige commencèrent à tomber.

Observations au sommet du mont Blanc.

» Le 28 septembre, M. Hansky monta au sommet du mont Blanc et put observer, à l'observatoire de M. Janssen, deux courbes, l'une pour toute la journée du 29, l'autre pour la matinée seulement du 30 septembre.

» Le 28 le ciel était très beau; il devint d'un bleu un peu pâle le 29, et le 30 les cirrus apparurent, puis couvrirent le ciel; à partir de midi, le ciel était complète-

ment couvert, puis la neige sur les sommets, et la pluie dans la vallée, tombèrent sans interruption. Quoique pendant la journée du 29 la tension de vapeur ne fût que $0^{mm},5$, le point de rosée étant à $-24°$, les cirrus très fins répandus dans l'atmosphère au-dessus du sommet abaissaient le degré de polarisation à 0,50; l'intensité de la radiation fut supérieure à ce qu'elle était aux autres stations, où le ciel fut cependant plus pur et plus favorable.

» Le 29 septembre, les observations directes donnèrent $1^{Cal},68$ à 11^{h} et $1^{Cal},67$ à $1^{h}20^{m}$; le maximum relevé à l'actinographe fut $1^{Cal},89$ à $11^{h}50^{m}$.

» Le 30 septembre, les observations donnèrent un maximum de $1^{Cal},68$ à 11^{h}, et le maximum relevé à l'actinographe fut $1^{Cal},9$ à $10^{h}30^{m}$. Le ciel se couvrit complètement à partir de 11^{h}.

» La dépression de midi, observée à Montpellier par M. Crova, et à Kieff par M. Savélieff, ne se manifesta pas au sommet, le 30, du moins jusqu'à 11^{h}; mais, le 29 septembre, elle se produisit sur une échelle assez étendue, faible de 10^{h} à 11^{h}, puis très accentuée de midi à $4^{h}30^{m}$; puis la courbe se releva et devint très régulière. Il est probable que, la vallée et les versants des montagnes ayant été saturés d'eau par des pluies persistantes, les rayons solaires, lorsqu'ils plongèrent dans la vallée bien après le lever du Soleil, ont donné lieu à une migration de vapeur qui s'est précipitée en poussière solide très fine, avec un retard assez grand, en raison de la hauteur qu'elle a dû atteindre pour s'interposer entre le Soleil et le sommet du mont Blanc; des recherches ultérieures pourront permettre d'élucider cette question.

» Le 29 septembre, la pression était $426^{mm},5$ le matin; elle diminua jusqu'au soir: elle était alors $425^{mm},0$; il en fut de même de la polarisation qui, égale à 0,67 le matin, n'était plus à 2^{h} que 0,42.

» La température moyenne fut de $-6°,5$ dans la journée; elle descendit à $-17°$ pendant la nuit.

Relevés de la courbe des intensités en fonction des masses (courbe du matin).

Masses..	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Calories.	$1^{Cal},81$	$1^{Cal},61$	$1^{Cal},49$	$1^{Cal},40$	$1^{Cal},32$	$1^{Cal},17$	$1^{Cal},06$	$0^{Cal},97$	$0^{Cal},89$

» Les valeurs de p ont varié entre 0,40 et 0,68; celles de la constante solaire Q entre $2^{Cal},3$ et $3^{Cal},3$.

» La partie calculable de la courbe de l'après-midi a donné des valeurs plus élevées; Q a varié de $3^{Cal},1$ à $3^{Cal},9$; valeur moyenne, $3^{Cal},4$.

» Le 30 septembre, la pression diminuait toujours; elle était $422^{mm},5$ à 8^{h}, la température étant $-10°,0$ et la polarisation 0,47.

» L'état hygrométrique était 0,47 et la tension de vapeur $0^{mm},9$.

Relevés de la courbe des intensités en fonction des masses.

Masses.....	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
Calories...	$1^{Cal},92$	$1^{Cal},81$	$1^{Cal},72$	$1^{Cal},63$	$1^{Cal},56$	$1^{Cal},50$	$1^{Cal},44$

» Les valeurs de p ont varié entre 0,61 et 0,72; celles de Q entre $3^{Cal},1$ et $3^{Cal},4$.

» Ces observations mettent en évidence les difficultés que l'on rencontre lorsqu'on ne peut opérer par un ciel complètement pur et les erreurs auxquelles on s'exposerait en calculant un nombre nécessairement restreint d'observations isolées; la nécessité de l'enregistrement s'impose donc.

» Puisque, par des circonstances atmosphériques peu favorables, il a été possible, au sommet du mont Blanc, d'atteindre nettement des valeurs de la constante solaire égales à $3^{Cal},4$, et même de les dépasser, il est permis de penser que, par un ciel d'un bleu noir, une très forte valeur de la polarisation et de très basses températures, on pourra atteindre et, peut-être, dépasser 4^{Cal}.

» M. Savélieff, à Kieff, avait obtenu, par une journée magnifique et des froids exceptionnellement rigoureux, $3^{Cal},4$; M. Knut-Angström, en calculant une série par une formule basée sur la loi de l'absorption exercée par l'acide carbonique, avait obtenu un nombre également élevé.

» On voit combien est considérable l'influence de l'altitude; en observant en dehors des causes de troubles et d'absorptions énergiques principalement localisées dans les parties basses de l'atmosphère, dans ce que l'un de nous a appelé *la vase atmosphérique*, il sera possible de se faire une idée plus nette et plus précise de l'intensité initiale de l'absorption atmosphérique.

» Aux limites de l'atmosphère, la proportion des radiations les plus absorbables étant un maximum, l'absorption initiale doit atteindre des valeurs très élevées.

» Qu'il nous soit permis, en terminant, de présenter nos remercîments à M. Janssen qui, en mettant à notre disposition son observatoire du sommet du mont Blanc et sa haute expérience des observations à de grandes altitudes, nous a permis d'entreprendre ce travail. »

M. **J.-H. Fabre** fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Émile Blanchard, d'un Volume qu'il vient de publier sous le titre « Souvenirs entomologiques (5e série). Études sur l'instinct et les mœurs des Insectes ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. le général **Michel Frolow** adresse, de Genève, par l'entremise de M. Hermite, une Note « Sur l'égalité de la somme des angles d'un triangle rectiligne à deux angles droits ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **H. Tarry** adresse le premier fascicule de ses « Tables météorologiques *graphiques* », accompagnées de « Tables de conversion des mesures étrangères en mesures françaises ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée,
à laquelle M. Mascart est adjoint.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume portant pour titre : « Les manuscrits de Léonard de Vinci ; de l'Anatomie. » (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

M. **H. de Lacaze-Duthiers**, en déposant ce Volume sur le Bureau au nom de M. *Mathias Duval*, accompagne cette présentation des remarques suivantes :

« Cet Ouvrage *in-folio* est publié par M. Sabachnikoff et précédé d'une introduction par M. Mathias Duval. Ce sont les dessins anatomiques de Léonard de Vinci, aujourd'hui conservés à la bibliothèque de Windsor.

» On ne peut en feuilleter les pages sans éprouver une profonde admiration pour des études anatomiques dont la plupart sont si complètes et si exactes qu'elles pourraient, aujourd'hui encore, servir à l'enseignement, bien qu'elles datent de 1510, c'est-à-dire d'une époque où les médecins en étaient encore à l'Anatomie de Galien, rééditée par Mondini di Luzi. C'est donc uniquement dans ses dissections personnelles que Léonard, ce

génie universel, précurseur de tant de Sciences modernes, a puisé ces solides notions anatomiques. Les feuilles publiées dans ce Volume étaient destinées à composer un Traité didactique d'Anatomie et, par l'étude des notes manuscrites qui accompagnent ces dessins, M. Mathias Duval est arrivé à reconstituer le plan de l'Ouvrage et les méthodes d'exposition projetées par l'étonnant anatomiste du XVIe siècle. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (DL) *Charlois* (1897, *nov.* 23), *faites à l'observatoire de Toulouse* (*équatorial Brunner de* $0^m,25$); par **M. F. Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1897.	Etoiles de compar.	Grandeurs.	Planète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Novembre 27......	537 BD *a*	9,2	+2.11,93	−10.20,0	18:20
» 29......	467 BD *b*	7,3	+0.41,94	+ 2.34,2	3:4
» 30......	467 BD *b*	7,3	−0. 4,87	− 4.43,0	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Nov. 27.	*a*	3.14.13,28	+5,19	+13.27.22,6	+23,6	Weisse, 206 H. III.
29.	*b*	3.14.11,05	+5,19	+13. 0.11,3	+23,5	Weisse, 205 + Rumker (1850) 1679 + Yarnall, 1430 + Paris (1860) 3964 + Glasgow (1870) 768.
30.	*b*	3.14.11,05	+5,20	+13. 0.11,3	+23,5	Id.

Positions apparentes de la planète.

Dates 1897.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Nov. 27....	9.15. 3	3.16.30,40	$\bar{1},237_n$	+13.17.26,2	0,662
29....	10. 5.15	3.14.58,18	$\bar{2},810_n$	+13. 3. 9,0	0,651
30....	12.49.12	3.14.11,38	$\bar{1},148$	+12.55.51,8	0,658

ASTRONOMIE. — *Application de la méthode des moindres carrés à la recherche des erreurs systématiques.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Dans notre précédente Communication (¹), nous avons vu, en première approximation, quel serait l'ordre de grandeur des corrections dues à la température pour les déplacements des microscopes par rapport au cercle des hauteurs du grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris. Ces corrections sont considérables; elles peuvent varier respectivement, dans l'intervalle de 14° considéré, pour chacun des six microscopes, entre

	+3″,81	+10″,62	+8″,38	+8″,94	−0″,75	−6″,05
et						
	−2″,51	− 1″,73	−3″,03	−2″,53	+0″,30	+1″,07

déterminant des intervalles presque aussi grands que les écarts maxima, eux-mêmes, signalés pour chaque microscope.

» Or la méthode employée ne réduisait ces écarts que d'un tiers, ou même un quart de leur valeur.

» Il est donc surprenant, cette fois, que les corrections apportées par la méthode des moindres carrés ne soient pas plus satisfaisantes bien que l'influence de la température, prépondérante au premier abord, soit absolument indiscutable. L'on conçoit cependant que cette correction soit imparfaite et insuffisante : la température θ, mesurée aux environs du cercle, ne saurait correspondre exactement à celle du cercle, non plus qu'à la température irrégulièrement distribuée dans l'intérieur du pilier; enfin, les déformations mêmes du pilier et les déplacements des microscopes ne dépendent pas uniquement de la température au moment de l'observation, mais sont l'objet de variations lentes, en retard avec les changements de température. Ces raisons interviendraient, sans doute, s'il s'agissait d'une correction numérique rigoureuse, uniquement fonction de la température, mais elles sont encore insuffisantes, pour l'instant, à expliquer les variations observées.

(¹) *Comptes rendus*, 29 novembre 1897.

» Dans ces conditions, on peut se demander si l'application de la méthode des moindres carrés est légitime, même si les *écarts* ne suivent pas la loi de probabilité des erreurs accidentelles, ce qui s'est présenté dans nos équations, sans que nous puissions d'ailleurs insister, ici, sur les détails numériques; or cette loi, en principe, suppose que les erreurs accidentelles peuvent être attribuées à des causes *constantes*, en grand nombre. Il n'en est rien ici puisque les autres causes (même les erreurs personnelles d'observation) sont essentiellement variables et en nombre limité. D'ailleurs, pourquoi prendre cette loi pour criterium unique?

» Il existe, en vérité, dans la méthode des moindres carrés, plusieurs criteria *indépendants* qui, *tous*, devraient être *suffisamment* vérifiés. Il est logique, par exemple, que l'erreur probable sur une constante soit inférieure à cette constante même; on peut demander aussi que les écarts soient à peu près indifféremment positifs ou négatifs....

» En fait, et c'est là le point important, la méthode des moindres carrés, d'un usage commode, n'est pas *homogène*, en quelque sorte, dans l'application que nous avions en vue; on pourrait changer les résultats en modifiant l'origine des températures, partir des valeurs trouvées une première fois et l'appliquer à nouveau sans, pour cela, augmenter en rien la précision. Pour ce qui nous concerne, cette méthode est toujours logique et, dans le cas présent, sans indiquer les valeurs absolues des constantes cherchées, elle indique cependant leur ordre de grandeur et permet, en même temps, d'affirmer la présence d'erreurs systématiques dont l'influence, *a priori*, ne semblait pas devoir être aussi considérable.

» A l'Observatoire de Paris, la détermination du nadir est des plus malaisées; quelques difficultés, et non des moins importantes, proviennent de l'instabilité instrumentale inhérente aux multiples trépidations du sol; d'autres sont purement instrumentales : ainsi l'oculaire du grand cercle méridien a un faible grossissement; il en résulte une ambiguïté assez grande sur la mise au foyer. Cette détermination doit être fréquemment répétée et l'on modifie ainsi constamment les conditions de l'observation, d'une façon variable, tandis que la moindre erreur sur la mise au foyer a une influence considérable sur les erreurs de lectures nadirales. D'ailleurs, l'on s'efforce sans cesse de remédier à ces inconvénients, d'employer un oculaire nadiral plus approprié et mieux étudié, de substituer un bain de mercure plein à la couche mince précédemment utilisée pour amortir les trépidations.

» L'attention s'est encore portée sur le mode d'encastrement des microscopes dans le pilier, car tous n'y sont pas rattachés de la même façon; en

un mot, toutes les causes d'erreur font l'objet de recherches et de perfectionnements incessants, que les difficultés budgétaires seules empêchent souvent d'être plus rapides.

» Certes, avec tant d'équations, nous pouvions mieux expliquer les singularités en augmentant le nombre des paramètres; le procédé eût été illusoire et la signification de nos paramètres cessait, de ce fait, pour devenir purement empirique et conventionnelle. Si donc les résultats que nous indiquons n'ont pas de valeur numérique *absolue*, nous espérons, cependant, que c'est un premier pas dans une recherche difficile et complexe que nous désirons poursuivre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions de grands nombres*. Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Mes recherches sur le développement approché de la fonction perturbatrice ([1]) m'ont amené à étudier la valeur asymptotique de certaines intégrales définies qui renferment un facteur élevé à une haute puissance. Je me propose, dans la présente Communication, de résumer mes résultats qui complètent ceux de M. Darboux et de M. Flamme sur le même sujet ([2]).

» Je ferai usage, dans ce qui va suivre, de quelques locutions destinées à abréger le langage.

» Considérons un contour C tracé dans le plan de la variable complexe z et un point $z = a$. Supposons que les extrémités de C soient à une distance de l'origine supérieure à $|a|$ et que la droite joignant l'origine au point a rencontre le contour en un point et un seul. Nous dirons alors que le contour C est de *première espèce* par rapport au point a.

» Le chemin C sera dit de *seconde espèce* par rapport au point a, si tous ses points sont à une distance de l'origine supérieure à $|a|$.

» Nous appellerons *contour de troisième espèce*, par rapport au point a, un chemin dont le point a est l'une des extrémités et dont tous les autres points sont à une distance de l'origine supérieure à $|a|$.

» L'intégrale

$$I = \int f(z) \frac{dz}{z^{n+1}}$$

([1]) Hamy, *Bulletin astronomique*, 1893. — *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1894 et 1896.

([2]) Darboux, *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1878. — Flamme, *Thèse de doctorat*, Paris, Gauthier-Villars; 1887.

dans laquelle n désigne un grand nombre positif, *entier ou fractionnaire*, offre une importance spéciale parce que l'on peut ramener à cette forme toutes les intégrales qui renferment un facteur élevé à une haute puissance. Voici les théorèmes qui la concernent :

» 1° *L'intégrale* I *est prise le long d'un contour de seconde espèce par rapport à* $z=a$. — Le produit $n^q a^n \mathrm{I}$ tend vers zéro, lorsque n croît indéfiniment, q désignant un nombre fixe aussi grand que l'on veut ou, plus généralement, une quantité telle que le produit $\frac{q \operatorname{Log} n}{n}$ tende vers zéro lorsque n croît indéfiniment.

» 2° *L'intégrale* I *est prise le long d'un contour de troisième espèce par rapport à un point* a. — La valeur asymptotique de I est intimement liée à la nature du développement de $f(z)$ dans le voisinage de a. Nous examinerons le cas où ce développement est de la forme

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} f(z) = {} & \mathrm{A}_1\left(\frac{z}{a}-1\right)^{\alpha_1}\operatorname{Log}^{r_1}\left(\frac{z}{a}-1\right)+\ldots \\ & +\mathrm{A}_p\left(\frac{z}{a}-1\right)^{\alpha_p}\operatorname{Log}^{r_p}\left(\frac{z}{a}-1\right)+\left(\frac{z}{a}-1\right)^{\alpha}\psi(z)\operatorname{Log}^{r}\left(\frac{z}{a}-1\right),\end{aligned}\right.$$

dans lequel $\psi(z)$ désigne une fonction analytique finie dans le domaine du point a; les r des entiers positifs ou nuls, les α des exposants entiers ou fractionnaires vérifiant les inégalités $-1<\alpha_1<\alpha_2<\ldots<\alpha_p<\alpha$; les A des constantes choisies de façon que l'on doive partir du point a, sur le contour, avec l'argument de $\frac{z}{a}-1$ le plus petit en valeur absolue.

» Posons

$$\mathrm{B}_h = \frac{1}{a^n}\,\frac{1}{\Gamma(n+1)}\,\frac{d^{r_h}}{d\alpha_h^{r_h}}\Gamma(n-\alpha_h)\,\Gamma(\alpha_h+1) \quad [1]$$

et

$$\mathrm{I} = \mathrm{A}_1\mathrm{B}_1+\mathrm{A}_2\mathrm{B}_2+\ldots+\mathrm{A}_p\mathrm{B}_p+\mathrm{R}_\alpha.$$

» On démontre que le produit $\frac{a^n n^{\alpha+1}}{\operatorname{Log}^r n}\mathrm{R}_\alpha$ ne dépasse pas une certaine limite lorsque n croît indéfiniment; d'autre part, pour n très grand, B_h est

---

(1) On peut développer B_h suivant les puissances descendantes de n en partant de l'expression

$$\Gamma(n+p) = \sqrt{2\pi}\,e^{-n}\,n^{n+p-\frac{1}{2}}\left\{1+\frac{1}{12n}[1+6p(p-1)]+\ldots\right\},$$

qui jouit de la propriété de pouvoir être différentiée terme à terme par rapport à p.

de l'ordre de $\frac{1}{a^n}\frac{\text{Log}^{r_h} n}{n^{\alpha_h+1}}$. Il s'ensuit que I est décomposé en un nombre fini de termes tels que le rapport d'un terme au précédent tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$. En prenant comme valeur approchée de I un certain nombre de ces termes, on commet une erreur de l'ordre du premier terme négligé et cette valeur approchée tend asymptotiquement vers I quand n croît sans limite.

» 3° *Le contour* C *est de première espèce par rapport à un point singulier* a *de* $f(z)$. — J'ai déjà énoncé le théorème qui correspond à ce cas dans un Mémoire concernant le développement approché de la fonction perturbatrice [1], théorème qui fournit la valeur asymptotique de I, que n soit entier ou fractionnaire, lorsque le point singulier a est d'une nature analogue à celui que nous avons considéré à propos du développement (1).

» De cette proposition découlent les résultats obtenus avant moi par M. Darboux et M. Flamme, et ceux auxquels M. Ferraud est arrivé récemment, sur le même sujet, dans sa Thèse, en supposant n entier.

» Les coefficients des puissances de $\frac{1}{n}$, dans les développements asymptotiques fournis par les théorèmes qui précèdent, sont des polynomes en Log$n$. Lorsque les r sont négatifs, ces coefficients deviennent des séries semi-convergentes procédant suivant les puissances de $\frac{1}{\text{L}n}$.

» Ces théorèmes donnent lieu à des applications extrêmement nombreuses. Je me contenterai d'en citer une qui est relative à l'évaluation approchée de l'intégrale $\text{J} = \int f(z)\,\varphi^n(z)\,dz$.

» M. Darboux, étendant un résultat dû à Laplace, a obtenu la valeur approchée de cette intégrale dans les conditions suivantes : 1° on peut faire passer le contour d'intégration par une racine $z = a$ de $\varphi'(z)$ *ne coïncidant pas avec une des extrémités de ce contour* et dans le voisinage de laquelle $f(z)$ et $\varphi(z)$ sont holomorphes ; 2° $|\varphi(z)|$ prend sa plus grande valeur pour $z = a$ le long du nouveau contour.

» Le théorème énoncé ci-dessus, dans le cas où le contour de l'intégrale I est de troisième espèce, m'a conduit à la valeur asymptotique de J lorsque, la racine $z = a$ coïncidant avec une extrémité du chemin d'intégration, les autres conditions posées par M. Darboux sont remplies.

» En écrivant φ, φ'', ... à la place de $\varphi(a)$, $\varphi''(a)$, ... ; f, f', ..., à la

---

(1) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, p. 393 à 402 ; 1894.

place de $f(a)$, $f'(a)$, ..., on a

$$\mathrm{J} = \varphi^n \left[\sqrt{\frac{\pi}{n}} \sqrt{-\frac{2\varphi}{\varphi''}}\, \frac{f}{2} + \frac{1}{n}\, \frac{\varphi}{\varphi''} \left(f \frac{\varphi'''}{3\varphi''} - f' \right) + \frac{1}{n^{\frac{3}{2}}} (\quad) + \ldots \right].$$

» Le rapport d'un terme au précédent contient en facteur $\frac{1}{\sqrt{n}}$ tandis que dans l'hypothèse de M. Darboux ce rapport contient $\frac{1}{n}$ en facteur.

» J'ai supposé, dans tout ce qui précède, que n entre seulement en exposant sous les signes $\int$. Les théorèmes restent applicables lorsque ce grand nombre fait partie plus intime des fonctions composant les éléments différentiels, sous certaines conditions sur lesquelles je ne puis insister ici. Cette remarque m'a été très utile dans mes recherches sur le développement approché de la fonction perturbatrice. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les reseaux* O *associés*. Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Les réseaux O décrits par les points

$$\mathrm{A}(x_1, x_2, \ldots, x_n), \qquad \mathrm{B}(y_1, y_2, \ldots, y_p)$$

sont dits *associés* si, après avoir posé

$$dx_1^2 + dx_2^2 + \ldots + dx_n^2 = \mathrm{A}^2 du^2 + \mathrm{B}^2 dv^2,$$
$$dy_1^2 + dy_2^2 + \ldots + dy_p^2 = \mathrm{A}_1^2 du^2 + \mathrm{B}_1^2 dv^2,$$

on a

$$(1) \qquad \mathrm{A}_1 = \mathrm{AU}, \qquad \mathrm{B}_1 = \mathrm{BV},$$

U et V étant respectivement fonctions de u seul et de v seul. Il en résulte que les équations aux dérivées partielles auxquelles satisfont les coordonnées des deux réseaux sont les mêmes; et inversement, deux réseaux O qui ont la même équation aux dérivées partielles sont associés. On en déduit le résultat suivant :

» *Si deux réseaux* (A) *et* (B) *sont associés, tout réseau parallèle à* (A) *est associé à un réseau parallèle à* (B).

» Il est évident que le point $\mathrm{C}(x_1, x_2, \ldots, x_n, y_1, \ldots, y_p)$ de l'espace à $n+p$ dimensions décrit aussi un réseau O. En particulier si $n = 3$, le

réseau A sera à la fois O et $(p+1)$O. On voit comment le problème posé se rattache au problème de Ribaucour. En particulier :

» *Tout réseau* O *et* 3O *est associé à un réseau plan, et inversement.*

» Cherchons d'abord les réseaux plans qui sont associés à des réseaux plans. Soient

$$A^2\,du^2 + B^2\,dv^2 \qquad \text{et} \qquad A^2\,U^2\,du^2 + B^2\,V^2\,dv^2$$

les ds^2 des deux réseaux, φ l'angle d'une tangente au premier réseau avec une direction fixe, ψ l'angle analogue pour le second réseau. On sait que l'on aura

$$\frac{\partial\varphi}{\partial u} = -\frac{1}{B}\frac{\partial A}{\partial v}, \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial v} = \frac{1}{A}\frac{\partial B}{\partial u},$$

$$\frac{\partial\psi}{\partial u} = -\frac{1}{BV}\frac{\partial}{\partial v}(AU), \qquad \frac{\partial\psi}{\partial v} = \frac{1}{AU}\frac{\partial}{\partial u}(BV);$$

donc

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial\psi}{\partial u} &= \frac{U}{V}\frac{\partial\varphi}{\partial u},\\ \frac{\partial\psi}{\partial v} &= \frac{V}{U}\frac{\partial\varphi}{\partial v}.\end{aligned}\right.$$

» En égalant les deux valeurs de $\frac{\partial^2\psi}{\partial u\,\partial v}$ on trouve

$$(4)\qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v}\left[\frac{1}{U^2} - \frac{1}{V^2}\right] + \frac{V'}{V^3}\frac{\partial\varphi}{\partial u} - \frac{U'}{U^3}\frac{\partial\varphi}{\partial v} = 0.$$

» En faisant, ce qui est permis quand U ou V ne sont pas constants,

$$\frac{1}{U^2} = u + h, \qquad \frac{1}{V^2} = v + h,$$

l'équation (3) devient l'équation $E\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right) = 0$.

» Cherchons maintenant les réseaux de l'espace associés à un réseau plan. Le réseau sphérique parallèle sera associé à un réseau plan. Soit alors

$$ds^2 = A^2\,U^2\,du^2 + B^2\,V^2\,dv^2$$

le ds^2 d'un réseau sphérique. En écrivant que la courbure totale est égale à un et en tenant compte des formules (2), on trouve

$$(4)\qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v}\left[\frac{1}{U^2} - \frac{1}{V^2}\right] + \frac{V'}{V^3}\frac{\partial\varphi}{\partial u} - \frac{U'}{U^3}\frac{\partial\varphi}{\partial v} + AB = 0.$$

» On voit que l'on peut remplacer U et V par U_1 et V_1 si

$$\frac{1}{U_1^2} = \frac{1}{U^2} + h, \qquad \frac{1}{V_1^2} = \frac{1}{V^2} + h;$$

donc :

» *Si un réseau plan est associé à un réseau sphérique, il est associé à une infinité d'autres.*

» Inversement :

» *Deux réseaux sphériques associés sont associés à un réseau plan.*

» En effet, soient $A(\alpha, \beta, \gamma)$ et $A'(\alpha', \beta', \gamma')$ deux réseaux sphériques associés; les six quantités $\alpha, \beta, \gamma, \alpha', \beta', \gamma'$ satisfont à la même équation de Laplace, et l'on a

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 - \alpha'^2 - \beta'^2 - \gamma'^2 = 0.$$

La congruence des normales à A est donc aussi 3O; donc A est O et 3O et, par suite, associé à un réseau plan.

» Ces réseaux interviennent dans la question suivante : *Trouver deux surfaces, dont les lignes de courbure se correspondent, et telles que les rayons de courbure correspondants soient égaux.*

» Les rayons de courbure R_1 et R_2 d'une surface sont liés aux coefficients a, b du ds^2 de la représentation sphérique par les formules

$$a\frac{\partial R_1}{\partial v} = \frac{\partial a}{\partial v}(R_2 - R_1),$$

$$b\frac{\partial R_2}{\partial u} = \frac{\partial b}{\partial u}(R_1 - R_2).$$

Si donc les rayons de courbure des deux surfaces sont les mêmes, leurs représentations sphériques sont associées.

» Donc :

» *Si deux réseaux* O *se correspondent de telle sorte que les rayons de courbure correspondants soient les mêmes, ces réseaux sont aussi* 3O. *Inversement, à tout réseau* O *et* 3O *on peut faire correspondre une infinité de réseaux analogues ayant les mêmes rayons de courbure.*

» Je montrerai, dans une prochaine Note, la liaison qui existe entre ces réseaux O, 3O et les congruences C, *c*. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les focales planes d'une courbe plane à un ou plusieurs axes de symétrie.* Note de M. **P.-H. Schoute**, présentée par M. Darboux.

« Représentons par V et H le plan vertical et le plan horizontal de la Géométrie descriptive, par (OX, OY) en V et (OX_1, OY_1) en H deux sys-

tèmes de coordonnées rectangulaires dont l'origine commune O est un point de la ligne de terre $OX = OX_1$. Soit $f(x, y^2) = 0$ l'équation d'une courbe donnée en V dont la ligne de terre est axe de symétrie. Représentons par PQ la normale en un point quelconque P de cette courbe C et déterminons en H, sur la normale en Q à la ligne de terre, de part et d'autre un point P_1, de manière qu'on ait $PQ^2 + QP_1^2 = r^2$, r étant donnée. Alors P_1 est le centre d'une sphère à rayon r, bitangente à C. Si P parcourt la courbe C, le point P_1 décrit en H une courbe $f_1(x_1, y_1^2) = 0$, dont la ligne de terre est axe de symétrie, formant un lieu de centres de sphères à rayon r bitangentes à C. Et évidemment le rapport entre la nouvelle courbe C_1 et la courbe originale C est réciproque.

» En posant $QP_1 = \pm i.PQ$, on trouve $r = 0$. Dans ce cas spécial, les courbes $f(x, y^2) = 0$ et $f_1(x_1, y_1^2) = 0$ sont des courbes focales l'une de l'autre. On passe de l'une à l'autre à l'aide de la transformation réversible

$$x_1 = x + yy', \qquad y_1 = iy\sqrt{1 + y'^2},$$

où, comme d'ordinaire, y' désigne la dérivée de y.

» Ainsi, dans le cas d'une courbe quelconque en V dont la ligne de terre est axe de symétrie, on trouve une focale plane en H par les trois opérations consécutives suivantes :

» 1° Mettre debout les normales de la courbe donnée en les faisant tourner autour de leurs pieds dans l'axe jusqu'à la position perpendiculaire à l'axe;

» 2° Multiplier par $\sqrt{-1}$ les ordonnées du lieu des extrémités des normales érigées;

» 3° Tourner la nouvelle courbe en entier d'un angle de 90° autour de l'axe, de manière à la transporter en H.

» On applique sans peine les trois opérations indiquées à l'exemple classique des deux courbes focales réelles du faisceau tangentiel de quadriques confocales. De même on retrouve les résultats connus se rapportant aux quartiques bicirculaires à un ou à deux axes de symétrie (spiriques). En général, pour les courbes rationnelles, la difficulté de la recherche se réduit à l'élimination d'un paramètre entre deux équations algébriques. Par exemple, la parabole semi-cubique $3ay^2 = 2x^3$ fait trouver $9(x_1^2 + y_1^2)^2 + 2ax_1(x_1^2 + 9y_1^2) + 3a^2y_1^2 = 0$, une quartique dont l'origine est aussi un point de rebroussement et qui touche la droite à l'infini de son plan aux points cycliques.

» En général, une courbe plane a autant de focales planes qu'elle possède d'axes de symétrie. Ainsi l'astroïde en a quatre et, en général, l'hypo-

cycloïde à n points de rebroussement en a n; la cycloïde en a un nombre infini. Seulement, dans le cas d'un cercle, il n'y a qu'une focale plane unique, l'axe du cercle, qui se trouve dans tous les plans de symétrie de cette courbe.

» A l'aide de la transformation par rayons vecteurs réciproques on étend les résultats que nous venons d'indiquer à des courbes anallagmatiques planes ou sphériques, suivant que le centre de transformation se trouve dans le plan V de la courbe $f(x, y^2) = 0$ ou hors de ce plan. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des intégrales dans certains systèmes différentiels.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« Les systèmes *orthonomes* passifs, auxquels j'ai pu ramener les systèmes différentiels les plus généraux ([1]), ne constituent, comme on va le voir, qu'un simple cas particulier d'une classe de systèmes différentiels, où les développements des intégrales répondant à des conditions initiales données d'avance peuvent encore être construits *a priori*, mais où la convergence de ces développements cesse, en général, d'être certaine.

» Considérons un système différentiel résolu par rapport à certaines dérivées qui ne figurent, non plus que leurs propres dérivées, dans aucun des seconds membres; à chacune des variables indépendantes ou fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées faisons correspondre p entiers positifs, nuls ou négatifs, que nous nommerons respectivement *cote première*, *cote seconde*, ..., *cote* $p^{\text{ième}}$ de cette quantité, les entiers dont il s'agit étant assujettis à la seule restriction que la *cote première* de toute variable indépendante soit positive et au moins égale à 1; considérant enfin une dérivée quelconque de l'une des fonctions inconnues, nommons *cote* $q^{\text{ième}}$ $(q = 1, 2, \ldots, p)$ de la dérivée en question l'entier obtenu en ajoutant à la cote $q^{\text{ième}}$ de la fonction inconnue les cotes $q^{\text{ièmes}}$ de toutes les variables de différentiation, distinctes ou non. Cela posé, nous dirons que le système différentiel donné est *orthoïque*, si, moyennant un choix convenable du nombre p et des cotes attribuées aux variables et aux inconnues, chacune des équations dont il se compose satisfait à la double condition suivante : en désignant par $c_1, c_2, \ldots, c_p$ les cotes du premier membre, par $c'_1, c'_2, \ldots, c'_p$ celles d'une dérivée qui figure *effectivement* dans le second, et par c''_1,

([1]) *Recueil des Savants étrangers*, Tome XXXII, n° 3.

$c''_2, \ldots, c''_p$ celles d'une fonction inconnue qui y figure aussi *effectivement*, 1° les différences $c_1 - c'_1, c_2 - c'_2, \ldots, c_p - c'_p$ ne sont pas toutes nulles, et la première d'entre elles qui ne s'évanouit pas est positive; 2° la même chose a lieu pour les différences $c_1 - c''_1, c_2 - c''_2, \ldots, c_p - c''_p$.

» Si l'on suppose la cote première de toutes les inconnues égale à zéro, et celle de toutes les variables indépendantes égale à 1, la cote première d'une dérivée quelconque devient égale à son ordre, et l'on retombe sur les systèmes orthonomes.

» Dans un système orthoïque quelconque, les conditions de *passivité* se formulent comme dans un système orthonome, et, en les supposant satisfaites, on peut, sous bénéfice de la convergence des développements des intégrales, fixer l'économie des conditions initiales qui déterminent complètement ces dernières. Comme je l'ai dit au début de la présente Note, cette convergence est en général incertaine, et les raisonnements qui m'ont servi à l'établir, dans le cas des systèmes orthonomes, tombent en défaut, si quelques-uns des seconds membres sont d'ordre supérieur aux premiers membres correspondants. J'ai pu toutefois démontrer l'existence des intégrales dans les deux cas suivants :

» I. Une fonction de variables $x, y, \ldots$ en nombre quelconque sera dite *quasi-exponentielle*, si l'on peut assigner quelque système $(x_0, y_0, \ldots)$ de valeurs particulières des variables, et quelque couple M_0, α_0 de constantes positives, tels que, pour toute valeur positive ou nulle de l'entier n, ses diverses dérivées partielles de l'ordre n prennent, en $(x_0, y_0, \ldots)$, des valeurs de modules inférieurs à $M_0 \alpha_0^n$. Une pareille fonction ne peut manquer d'être indéfiniment olotrope et jouit, en un point analytique quelconque $(x_1, y_1, \ldots)$, d'une propriété toute semblable à celle que la définition lui assigne en $(x_0, y_0, \ldots)$.

» *Cela posé, si, dans un système orthoïque passif, linéaire par rapport à l'ensemble des inconnues et de leurs dérivées, les termes indépendants de ces quantités sont tous quasi-exponentiels, et que les autres coefficients se réduisent tous à des constantes, les intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales où les fonctions arbitraires sont toutes quasi-exponentielles existent effectivement et sont elles-mêmes quasi-exponentielles.*

» L'énoncé précédent, comme j'ai eu soin de m'en assurer par un exemple, cesserait d'être exact si l'on substituait, aux fonctions quasi-exponentielles que j'y considère, des fonctions indéfiniment olotropes d'espèce quelconque.

» II. Considérons un système où se trouvent réalisées à la fois les di-

verses conditions suivantes : 1° le système est résolu par rapport à certaines dérivées, dont l'ensemble, comparé à celui des dérivées figurant dans les seconds membres, n'offre avec lui aucune variable de différentiation commune (cette première hypothèse entraîne la nature orthoïque du système); 2° si l'on forme un premier groupe $(x, \ldots)$ avec l'ensemble des variables de différentiation des premiers membres, et un deuxième groupe $(z, \ldots)$ avec toutes les variables restantes, les seconds membres, supposés linéaires par rapport aux inconnues et à leurs dérivées, ont, de plus, la forme algébrique entière par rapport aux variables du groupe $(z, \ldots)$; relativement à celles-ci, les termes indépendants des inconnues et de leurs dérivées ont des degrés quelconques, et le coefficient de tout autre terme a un degré au plus égal à l'ordre du terme ; 3° les conditions de passivité du système sont supposées satisfaites. — *Cela étant, les intégrales hypothétiques, repondant à des conditions initiales où les fonctions arbitraires ont la forme algébrique entière par rapport aux variables du groupe* $(z, \ldots)$, *existent effectivement et ont elles-mêmes cette forme par rapport aux variables dont il s'agit* [1]. »

PHYSIQUE. — *Vibrations elliptiques dans les fluides.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. Lippmann.

« Le calcul montre que deux mouvements vibratoires, rectilignes, de même période, rectangulaires, et présentant une différence de phase φ, donnent lieu, en se composant en un point, à un mouvement vibratoire s'effectuant suivant une trajectoire elliptique, dont la forme varie avec la valeur de φ.

» On a vérifié l'existence de pareilles vibrations dans le cas où les composantes sont des vibrations transversales, pour lesquelles la molécule vibrante décrit sa trajectoire dans un plan perpendiculaire à la direction de propagation.

» D'autre part, on sait que les vibrations longitudinales peuvent seules se propager dans les fluides. Or, pour ces vibrations, la trajectoire de la

---

[1] Il va sans dire que, dans le voisinage des valeurs initiales choisies pour les variables du groupe $(x, \ldots)$, les coefficients du système sont olotropes par rapport aux variables de ce groupe, et que chaque fonction arbitraire l'est aussi par rapport à celles d'entre ces variables dont elle dépend.

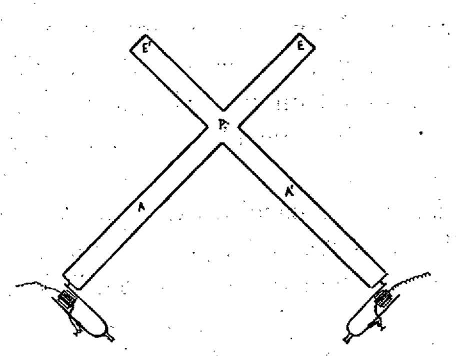
molécule vibrante se confond avec la direction de propagation qui est toujours rectiligne.

» Je me suis proposé de vérifier si, malgré cette particularité, des vibrations à trajectoires elliptiques prévues par le calcul pourraient se produire et se propager dans un gaz.

» Pour pouvoir mettre en évidence la forme des vibrations, j'ai employé des fils de quartz de très faible diamètre ($\frac{1}{20}$ de millimètre environ). Ces fils sont fixés par une de leurs extrémités dans un peu de cire molle, et placés perpendiculairement à la direction des vibrations qui se propagent dans une masse gazeuse. Pour une longueur convenable, variable d'ailleurs avec le diamètre des fils, l'extrémité libre de ceux-ci suit exactement tous les mouvements du gaz.

» Les mouvements vibratoires étaient produits par deux diapasons, entretenus électriquement, d'amplitude et de période égales (*fa*♯$_2$, 181 vibrations). Chacun d'eux portait, à l'extrémité d'une de ses branches, une plaque métallique carrée. Celles-ci vibraient à l'extrémité de deux tuyaux d'orgue à sections carrées égales entre elles et à la surface de la plaque vibrante, de sorte que les ondes obtenues étaient planes.

» Ces deux tuyaux, A, A', fermés à leur extrémité E, E', étaient assemblés à angle droit, de façon à présenter une partie commune, P, coïncidant, pour chacun d'eux, avec un ventre de vibration; les parois de cette partie P étaient deux plaques de verre.



» Sur l'une d'elles un dispositif très simple permettait de déplacer dans toute la région P un fil de quartz disposé comme je l'ai indiqué.

» Deux moyens pouvaient être employés pour introduire entre les deux mouvements vibratoires un retard de phase constant : 1° Exciter les électro-aimants des diapasons par deux dérivations d'un même courant alternatif, de période égale à celle des diapasons; on pouvait, soit par induction,

soit avec un condensateur, introduire entre les deux dérivations un retard déterminé. 2° Prendre deux dérivations d'un même courant continu, dont les interruptions auraient été réglées par un même rhéotome, tournant avec une vitesse égale à la période des diapasons, et portant deux contacts décalés d'un angle convenable.

» J'ai évité la réalisation difficile de l'un de ces deux procédés en introduisant, par un artifice très simple, une différence de phase périodiquement variable, entre les deux vibrations.

» Pour cela, les deux diapasons, commandés par deux courants indépendants, ont été réglés de façon à donner, par interférence, un battement dont la période était de dix secondes. On peut représenter les élongations des deux vibrations composantes par

$$x = a \cos 2\pi \frac{t}{T},$$

$$y = a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \varepsilon t\right).$$

» On sait alors que, pendant la période du battement, la différence de phase $2\pi\varepsilon t$ passe par toutes les valeurs comprises entre 0 et π; pendant cet intervalle, le mouvement résultant va s'effectuer successivement suivant toutes les trajectoires correspondant à chacune des valeurs que prend cette différence de phase. Cette trajectoire varie de la droite au cercle, avec toutes les formes intermédiaires d'ellipses; il y a deux positions de vibrations rectilignes, à 90° l'une de l'autre, et à 45° des vibrations composantes.

» J'ai observé, avec une lunette viseur, l'extrémité du fil de quartz placé dans la région P; elle décrit successivement, avec une grande netteté, toutes les courbes prévues. Le mouvement est toujours dirigé de l'axe du tuyau parcouru par la vibration de *plus faible* période vers l'axe de l'autre; la vibration de plus faible période se comporte, en effet, à chaque instant, comme si elle était en avance sur l'autre. »

CHIMIE. — *Sur la dissociation et la polymérisation des gaz et vapeurs. Dissociation présumée du chlore aux températures élevées.* Note de M. A. Leduc (1), présentée par M. Lippmann.

« La variation de la densité d'un gaz ou d'une vapeur avec la température et la pression peut être attribuée à deux sortes de causes : les unes

(1) Laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

d'ordre physique, les autres d'ordre chimique. Je suis maintenant en mesure de discerner nettement le phénomène chimique, lorsqu'il existe, et d'en donner exactement la mesure, si l'on connaît la température et la pression critiques du corps et le groupe auquel il appartient.

» J'ai montré (1) comment on peut calculer, par l'intermédiaire du volume moléculaire, la densité D que devrait avoir le gaz à T° sous la pression P, en l'absence de toute modification chimique. Si la densité expérimentale est inférieure à D, il y a dissociation (2); si elle est supérieure, il y a polymérisation.

» De la comparaison entre les densités expérimentale et calculée on déduit aisément le coefficient de dissociation ou de polymérisation, c'est-à-dire la fraction dissociée ou polymérisée, pourvu que l'on connaisse bien les produits de la réaction.

» Toutefois, dans le deuxième cas, le calcul n'est rigoureux que si la densité du gaz polymère est un nombre *entier* de fois celle du gaz non polymérisé.

» Des calculs et des comparaisons de cette nature ont été effectués par divers auteurs, mais en remplaçant la *densité calculée* par la densité dite *théorique* (3). Or il est clair qu'une densité expérimentale supérieure à la densité théorique (ce qui est le cas général) ne décèle nullement la polymérisation; la comparaison des densités expérimentale et théorique ne peut donc conduire qu'à des résultats inexacts, que l'on ne saurait invoquer utilement à l'appui ou à l'encontre d'une formule quelconque établie théoriquement. C'est à quoi je pense avoir remédié.

» *Cas du chlore.* — M. V. Meyer avait annoncé que la molécule du chlore subissait une dissociation très importante aux températures élevées. Plus tard, M. Crafts, tout en admettant l'existence de cette dissociation, l'a déclarée plus faible.

» Le Tableau suivant, dans lequel j'ai comparé toutes les déterminations parvenues à ma connaissance avec les nombres calculés au moyen de mes

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 703; 8 novembre 1897.

(2) Le cas des gaz formés sans contraction échappe, en général, à cette méthode de recherche.

(3) Cette densité, obtenue en multipliant celle de l'hydrogène par la moitié du poids moléculaire du gaz considéré, est voisine de celle que donnent mes formules pour la température τ° à laquelle le gaz suit la loi de Mariotte. Il faut remarquer que cette dernière n'est pas, comme on l'enseigne généralement, une limite inférieure de la densité.

formules, montre que jusqu'à 440° la dissociation est nulle ou inappréciable :

$t°$.	Densité calculée.	Friedel et Crafts ([1]). 1re série.	2e série.	Jahn ([2]).	Crafts ([3]).	V. Meyer ([3]).
0°	2,4913	»	»	»	»	»
19,7	2,4812	2,479	»	»	»	»
21	2,4807	»	»	2,4819	2,471	»
21,6	2,4805	»	2,458	»	»	»
23	2,4800	2,475	»	»	»	»
100	2,4615	»	»	2,4685	»	2,50
200	2,4540	»	»	2,4515	»	»
357	2,4507	2,451	»	»	2,449	»
440	2,4500	»	2,448	»	»	»
900	2,4485	»	»	»	»	2,41 à 2,49
1200	2,4484	»	»	»	»	2,41 à 2,45
1400	2,4483	»	»	»	2,02	»

» Les nombres de M. Meyer, bien que trop peu concordants, semblent indiquer qu'il en est encore de même à 900° et 1200°.

» Seul le nombre de M. Crafts à 1400° indiquerait une dissociation importante. Mais ce résultat isolé ne paraît pas suffisamment établi pour faire admettre que le chlore se comporte aux températures élevées comme les vapeurs de brome et d'iode. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des substances conductrices discontinues, à propos de la télégraphie sans fil.* Note de M. **Edouard Branly.**

« Les remarquables essais de télégraphie sans fil de Marconi ont appelé l'attention sur la conductibilité des substances métalliques discontinues et sur l'étude expérimentale que j'en ai faite le premier en 1890 et 1891.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 302 (1888). — Le chlore préparé par la réaction de l'acide chlorhydrique sur le bichromate de potassium (1re série) paraît plus pur que celui obtenu au moyen du bioxyde de manganèse (2e série). Peut-être la pyrolusite, quoique lavée à l'acide chlorhydrique, a-t-elle dégagé un peu d'anhydride carbonique.

([2]) *Wiener Akademie Berichte*, 2e série, t. LXXXV, p. 778. — La formule *linéaire* proposée par M. Jahn ne saurait convenir.

([3]) *Dictionnaire de Würtz*, 2e Supplément, p. 1083.

Marconi a fait usage de mes tubes à limaille sans en modifier le mode de fonctionnement, et, si le mélange spécial de poudres métalliques auquel il donne la préférence semble avantageux, il est aisé de reconnaître qu'un mélange aussi compliqué n'est pas nécessaire et il me semble que c'est surtout à l'état de conductibilité de la poudre employée que la sensibilité doit être attribuée.

» Ayant signalé autrefois les conditions qui augmentent la sensibilité, je viens de reprendre cette étude et j'ai confirmé par de nouvelles expériences mes premiers résultats (¹).

» J'avais reconnu que les substances les plus sensibles étaient celles qui offraient au galvanomètre une très légère conductibilité et, dans bien des cas, pour y parvenir, j'exerçais avec un poids une pression de 50^{gr} à 100^{gr} sur une couche de limaille de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur, renfermée dans un godet en ébonite entre deux électrodes métalliques. J'obtenais ainsi, dans le circuit formé par la poudre, un élément Daniell et un galvanomètre sensible à miroir, une déviation de quelques millimètres sur la règle divisée. Avec des mélanges de poudres isolantes et de poudres métalliques, lorsque la proportion de l'isolant était grande, on n'arrivait à cet état limite que par d'énormes pressions.

» Actuellement, sans m'inquiéter de mesurer la valeur de la pression exercée, je renferme la limaille métallique dans une chambre étroite en ébonite disposée verticalement; la limaille y est comprise comme à l'ordinaire entre deux tiges métalliques qui servent d'électrodes, l'une des tiges peut être rapprochée ou écartée à volonté à l'aide d'une vis de pression munie d'un tambour et je tourne la vis jusqu'au moment où une *très légère* conductibilité apparaît. L'appareil, bien construit par M. Gendron, fonctionne d'une façon très satisfaisante. Il permet d'opérer rapidement, de faire varier la poudre employée et dispense pour les essais de la construction délicate d'un tube analogue à ceux qu'emploie Marconi. Il est parfois difficile de limiter à quelques millimètres de l'échelle la déviation obtenue en serrant la vis; mais, si la conductibilité obtenue correspond à un écart de 50 à 100 divisions, on la supprime par un léger choc. L'aiguille du galvanomètre revient au zéro, et alors, bien que la conductibilité soit nulle, la sub-

(¹) Voir, dans le journal la *Lumière électrique*, mai et juin 1891, tome XL, deux articles d'ensemble sur les variations de conductibilité sous diverses influences électriques. Un résumé des principaux phénomènes a été publié dans le *Bulletin des séances de la Société française de Physique*, année 1891, p. 135-141.

stance se trouve réellement dans les mêmes dispositions que si elle offrait une légère conductibilité. Pour le moment, je ne m'astreins pas à synchroniser l'oscillateur et le récepteur, ni à paralléliser le rayonnement électrique, comme cela serait nécessaire pour une transmission à grande distance; je me contente de soumettre successivement mes appareils et un tube à alliage de Marconi ([1]) à une même action qui est habituellement celle d'une étincelle d'une petite machine Wimshurst (plateau de 35^{cm} de diamètre), placée à 25^{m} et plus. Comme autrefois, mes limailles sont tamisées et elles sont prises d'autant plus fines qu'elles se montrent plus conductrices. Beaucoup de métaux et d'alliages à composition définie donnent de très bons résultats. L'aluminium et le bronze d'aluminium se comportent bien, mais ils ne sont pas les seuls et il serait nécessaire, pour faire une énumération utilisable, de mettre en regard du nom du métal la grosseur de la limaille convenable et même l'*âge* de la limaille.

» J'ai insisté, en 1891 ([2]), sur les propriétés des poudres métalliques noyées dans des isolants et agglomérées par fusion. Ces propriétés étaient les mêmes que celles des poudres métalliques plongées dans l'air ou dans un gaz raréfié. Les variations de conductibilité de ces substances solides se présentaient dans les mêmes circonstances et elles disparaissaient aussi par le choc et par la chaleur. Mes expériences ne paraissent pas avoir été répétées, elles m'avaient d'ailleurs demandé au début quelques tâtonnements. Si Lodge avait opéré à son tour avec ces substances solides, il aurait probablement renoncé à son expression de *cohéreurs* ([3]).

» Les mélanges de limailles et d'isolants peuvent être variés d'une infinité de façons : résines et limailles, gomme laque et limailles, baumes et limailles, etc. Souvent, actuellement, je donne à ces mélanges la forme de pastilles de 1^{mm} d'épaisseur environ et de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre. Au lieu de pastilles, il est très commode d'employer des feuilles minces de collodion

---

([1]) J'emploie un tube construit à Londres suivant les indications de Marconi. Il est beaucoup plus sensible que d'autres de même provenance et a été mis à ma disposition par M. Ducretet.

([2]) *Comptes rendus*, 12 janvier 1891.

([3]) Mes tubes à limaille ont reçu de Lodge le nom de *cohéreurs*, ce nom a été généralement accepté. Cette expression repose sur un examen incomplet du phénomène et sur une interprétation inexacte; j'ai proposé le nom de *radioconducteurs*, qui rappelle la propriété essentielle des conducteurs discontinus d'être *excités* par le rayonnement électrique. M. Ducretet se sert de mes divers radioconducteurs dans les appareils qu'il a construits pour réaliser la *télégraphie hertzienne* sans fils.

et limailles, de gélatine et limailles, de celluloïd et limailles, etc. La préparation de ces feuilles est très simple, très rapide et permet de varier à volonté la proportion et la grosseur des grains métalliques. Qu'il s'agisse de pastilles ou de pellicules, le mode d'emploi est le même qu'avec les poudres. On les place entre les électrodes de l'appareil à vis dont j'ai parlé plus haut et l'on tourne la vis jusqu'au moment où l'on obtient une très légère conductibilité. S'il y a lieu, on supprime cette conductibilité par un choc. La sensibilité peut être extrêmement grande, égale ou supérieure à celle des poudres les plus sensibles.

» Je n'insiste pas sur la sensibilisation par un premier effet; c'est un point qui a une grande importance, je l'ai signalé à plusieurs reprises dans des publications antérieures. Notons encore que l'intensité du choc qui produit le retour a besoin d'être réglée.

» Il n'est pas inutile de faire remarquer que l'intensité du courant continu qui parcourt la substance sensible joue un rôle intéressant; on obtient des effets spéciaux en réduisant la force électromotrice à $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$ de Daniell ou en employant des courants thermo-électriques.

» J'ajoute qu'on peut obtenir des mélanges qui ne restent conducteurs qu'un instant et qui reviennent immédiatement, sans choc, à leur résistance primitive. Cet effet paraît même se produire avec des substances quelconques en variant convenablement le mode opératoire [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur la transformation des rayons X par les métaux.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann [2].

« I. *Les rayons X se diffusent sur les métaux polis sans réflexion régulière appréciable,* même quand le miroir métallique employé est formé par un bain de mercure et que l'incidence est portée à 75°. Les *rayons secondaires* qui émanent du métal frappé par les rayons X sont ceux que j'ai étudiés déjà photographiquement avec des durées de pose de quelques minutes à quelques millimètres de distance du métal [3]. Avec quelques heures de

---

(1) Ma Communication dépasserait les limites réglementaires si je m'étendais sur les analogies que présentent la conductibilité des substances conductrices discontinues et la conductibilité nerveuse, les neurones jouant le rôle des grains métalliques.

(2) Travail fait au laboratoire de M. Bouty à la Sorbonne.

(3) G. SAGNAC, *Comptes rendus* du 26 juillet 1897, p. 230 de ce Volume.

pose, la propagation dans l'air des rayons du mercure ou de l'acier, par exemple, est décelée par la photographie à quelques millimètres de distance, même à travers le volet de bois d'un châssis chargé ou à travers un millimètre de paraffine. Si, au lieu de recevoir un simple pinceau de rayons X, toute la surface du métal est normalement exposée au rayonnement d'une lame focus distante de quelques centimètres, un quart d'heure de pose, par exemple, suffit pour constater photographiquement la propagation des rayons secondaires dans l'air à quelques centimètres de distance.

» II. *La propagation rectiligne, sans diffraction sensible, des rayons secondaires des métaux* se démontre très simplement en recevant sur une plaque photographique les rayons secondaires qu'une lame métallique plane L émet par la tranche. L'émission de ces rayons a lieu, en effet, dans toutes les directions au-dessus de la lame L, jusque dans le plan de L, où elle s'arrête brusquement; sur la plaque photographique, l'impression est limitée à une ligne droite z située dans le plan de la lame L; la netteté de la ligne z démontre la perfection de la propagation rectiligne des rayons secondaires.

» III. *Les rayons secondaires des métaux n'éprouvent pas de réfraction sensible :* un prisme de paraffine, qui se laisse encore traverser médiocrement par les rayons de l'acier sous une épaisseur d'un millimètre, peut être interposé sur le plan prolongé d'une lame L d'acier sans dévier la droite z qui limite sur la plaque photographique la zone impressionnée. Si les rayons de l'acier se réfractent, leur indice dans la paraffine ne peut différer de l'unité de 0,002.

» IV. *Les rayons secondaires ne se réfléchissent pas sensiblement; ils se diffusent sur de nouveaux miroirs métalliques à la manière des rayons* X *eux-mêmes.*

» Comme je l'avais annoncé, *les rayons secondaires* d'un métal M, tel que le zinc, le cuivre, etc., *déchargent les corps électrisés.* On peut faire pénétrer les rayons secondaires par une fenêtre recouverte d'une très mince feuille d'aluminium battu, à l'intérieur d'un électroscope bien protégé contre l'action directe du tube de Crookes et de la bobine d'induction. L'expérience se fait rigoureusement en comparant le métal M étudié à l'aluminium, qui est sensiblement inactif, à ce point de vue, comme au point de vue photographique.

» La méthode électrique présente, sur la méthode photographique, les mêmes avantages de sensibilité et de précision que pour l'étude des rayons

X eux-mêmes. Elle permet de constater à première vue, par le mouvement de la feuille d'or d'un électroscope, le rayonnement secondaire d'un métal à quelques centimètres de distance dans l'air. *Cette propriété des rayons secondaires suffit à expliquer le rôle du métal dans la décharge des conducteurs directement frappés par les rayons* X [1].

» VI. *Les rayons secondaires des différents métaux* M *se distinguent entre eux par leur inégale transmission à travers une même substance :* par exemple, les rayons du cuivre, sont transmis par le papier noir en plus forte proportion que les rayons du zinc et de l'étain; les rayons du plomb sont absorbés par l'air beaucoup plus que les rayons du zinc ou du cuivre.

» *Ils se distinguent des rayons* X *incidents en ce qu'ils sont transmis en moins forte proportion par les différents corps :* les métaux, les verres, le mica, la paraffine, le papier noir, l'air. Si, par exemple, on place une feuille d'aluminium de $\frac{1}{5}$ de millimètre d'épaisseur entre le tube à vide et le métal rayonnant M, en général, l'action des rayons secondaires du métal M sur une plaque photographique ou sur un électroscope est réduite, mais assez peu (de $\frac{1}{3}$ par exemple); au contraire, les deux actions, photographique ou électrique, sont en grande partie supprimées si la feuille d'aluminium est placée entre le métal M et la plaque photographique ou l'électroscope. Les rayons secondaires du métal M sont donc interceptés par l'aluminium beaucoup mieux que les rayons X dont ils sont la *transformation*.

» A ce point de vue, les rayons secondaires des métaux se rapprochent des rayons X engendrés par la décharge électrique dans un vide peu poussé. Mais ils se distinguent même des rayons des tubes doux par cette propriété caractéristique que j'ai observée dans des circonstances variées : *en même temps que l'aluminium intercepte les rayons secondaires, il les diffuse et paraît leur faire subir une nouvelle transformation.* Les rayons secondaires que les métaux émettent sous l'influence des rayons X sont de nouveaux rayons, voisins des rayons X, et qui doivent sans doute être placés en deçà des rayons issus du tube de Crookes employé, comme le rayonnement d'un corps luminescent se place en deçà des rayons de plus courte longueur d'onde dont il est la transformation. »

---

(1) G. Sagnac, *loc. cit.*, p. 232.

PHYSIQUE. — *Quelques faits nouveaux observés dans les tubes de Crookes.* Note de M. **Virgilio Machado**, présentée par M. Mascart. (Extrait.)

« Quand on fait passer la décharge électrique d'une bobine de Ruhmkorff dans un tube de Crookes, portant la croix d'aluminium soudée au bout de l'anode, on observe les faits suivants :

» 1° Sur la paroi anticathodique on voit paraître, en même temps que l'ombre de la croix, une autre ombre dont aucun auteur n'a encore, que je sache, signalé l'existence.

» 2° Cette dernière ombre se présente sous la forme d'un cercle, dont le diamètre est inférieur à la longueur totale des deux branches verticalement opposées de la croix de Malte en aluminium.

» 3° Quand on approche de l'extrémité du tube de Crookes un pôle magnétique, les deux ombres s'écartent de la partie centrale du bout de ce tube.

» 4° L'écart de l'ombre circulaire est de beaucoup plus considérable que celui de l'ombre de la croix.

» 6° L'ombre circulaire se met à 90° du champ magnétique.

» Cette ombre circulaire semble être la plus grande base d'un tronc de cône, dont la plus petite serait le disque cathodique, et qui aurait pour axe la ligne perpendiculaire au plan de ce même disque.

» Il paraît vraisemblable que le tronc de cône ainsi défini serait vide de toutes radiations utiles. Les rayons cathodiques actifs le limiteraient suivant les génératrices, et ils partiraient alors seulement du bord du disque, comme cela arrive dans l'écoulement de l'électricité statique. C'est autour de l'ombre circulaire susdite qu'on observe une couronne douée de la fluorescence verte de la plus grande intensité. »

CHIMIE. — *Sur des causes accidentelles d'irréversibilité dans les réactions chimiques.* Note de M. **A. Colson**, présentée par M. E. Grimaux.

« J'ai établi que le déplacement mutuel de deux acides, dont l'un est libre et l'autre salifié, est un phénomène réversible régi par les lois de la dissociation hétérogène [1]. La décomposition des métaphosphates alca-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1285, et t. CXXIV, p. 81.

lins par le gaz chlorhydrique sec, celles des pyrophosphates et des orthophosphates par le gaz sulfureux ou carbonique, forment un ensemble de faits nouveaux qui viennent à l'appui de mes premières observations et conclusions. Il me semble alors inutile de décrire longuement ici ces expériences nouvelles; je préfère indiquer certaines exceptions et en rechercher les causes.

» Remarquons avant tout que les réactions qui m'occupent ne sont possibles que si le déplacement de l'acide fixe par l'acide gazeux dégage de la chaleur. En effet, M. Moutier a assimilé les réactions réversibles à la formation des vapeurs saturées : la condensation du produit gazeux correspond alors à la condensation de la vapeur, et celle-ci dégage toujours de la chaleur.

» Cette condition nécessaire n'est pas suffisante :

» *Décomposition des phosphates normaux par le gaz chlorhydrique.* — Dans un tube mince et vide j'enferme une certaine quantité de phosphate trisodique PO^4Na^3 purifié et séché à 150°; puis je brise ce tube au sein d'une masse de gaz chlorhydrique sec. Le mercure s'élève rapidement dans le tube manométrique par suite de l'absorption de l'acide HCl, et la masse s'échauffe à tel point qu'une buée apparaît sur les parties froides de l'appareil. Ce dépôt de vapeur d'eau indique manifestement la transformation en dérivés pyrophosphoriques des acides orthophosphoriques initialement libérés par l'acide chlorhydrique. Par conséquent, l'un des facteurs de la réaction inverse est détruit et toute réversibilité devient impossible.

» Il m'a paru nécessaire de vérifier directement la destruction des produits orthophosphoriques en analysant le produit de la réaction par la méthode de MM. Berthelot et André :

Analyses.

	Première expérience.	Seconde expérience.
P^2O^5 resté à l'état de phosphate normal......	0gr,230	0gr,071
P^2O^5 transformé en produit pyrophosphorique. .	0gr,301	0gr,425

» Ces analyses confirment bien l'altération des produits orthophosphoriques, facteurs de la réaction inverse.

» *Décomposition du sulfate d'argent par le gaz sulfhydrique sec.* — Lorsque l'on brise une ampoule contenant du sulfate d'argent sec dans un tube rempli de gaz sulfhydrique sec, la masse s'échauffe fortement et le mercure s'élève progressivement dans le tube manométrique. Au bout de vingt-

quatre heures, la pression du gaz H^2S tombe de 760^{mm} à 122^{mm} de mercure, vers 15°. A 100° elle augmente, à 126° elle augmente encore et atteint 168^{mm}. Il semble donc qu'on se trouve en présence d'une tension de dissociation croissant avec la température. Il n'en est rien, car, en revenant à 15°, la pression ne retombe pas à 122^{mm}, mais se maintient à 151. L'augmentation de pression observée à 126° n'est donc pas due à la réaction inverse

$$SO^4H^2 + Ag^2S = SO^4Ag^2 + H^2S,$$

ou, du moins, elle n'est pas due à cette seule réaction.

» Et, en effet, ayant ouvert le tube, j'ai constaté qu'il ne renfermait plus aucune trace d'acide sulfhydrique, mais du gaz sulfureux SO^2 reconnaissable à son odeur et à sa facile transformation en SO^4H^2.

» Donc, ici encore, une réaction secondaire

$$H^2S + 3SO^4H^2 = 4H^2O + 4SO^2$$

détruit l'un des facteurs de la réaction, le gaz sulfhydrique, et rend impossible toute réversibilité du phénomène.

» Comme la tension 168^{mm} obtenue à 126° n'est pas absolument fixe et tend à croître encore, je me suis demandé si une température de 100° à 120° était nécessaire à la destruction du gaz sulfhydrique. L'expérience m'a démontré que cette destruction se fait même quand la température ne dépasse jamais 10^oC.

» J'ai recommencé l'expérience précédente dans une salle froide, où la température est restée, pendant vingt-deux jours, inférieure à 10°, température du premier jour.

Au bout de	2 jours,	la pression du	gaz H^2S	est tombée	à....	132^{mm}
»	15 jours,	»	»	»	à....	130
»	20 jours,	»	»	»	à....	130

» Le gaz, qui produisait cette tension restante, ne noircit plus les sels de cuivre dissous, et il possède les caractères de l'acide sulfureux.

» Donc, même à froid, une réaction secondaire détruit le gaz sulfhydrique et change radicalement les conditions de l'équilibre initial. »

CHIMIE. — *Sur l'existence d'un sulfate cuivreux.* Note de M. A. JOANNIS.

« On ne connaît qu'un petit nombre de sels cuivreux : quand l'on traite en effet par un acide l'oxydule de cuivre, il se dédouble le plus souvent en cuivre métallique et en oxyde cuivrique; d'autre part, les sels cuivriques auxquels ne correspondent pas de sels cuivreux connus ne sont pas réduits à cet état par une digestion avec du cuivre métallique.

» On peut cependant préparer une solution de sulfate cuivreux et montrer l'existence de ce sel à l'aide des expériences suivantes :

» 1. Dans un tube contenant une solution de sulfate de cuivre et du cuivre déposé par électrolyse sur une lame de platine, on fait arriver de l'oxyde de carbone. Ce gaz est absorbé très lentement, en même temps que le cuivre disparaît sur la lame de platine vers le niveau où elle émerge de la solution, mais un peu au-dessous. En outre la solution devient incolore. La même action se produit aussi, mais plus lentement, en présence d'un excès notable d'acide sulfurique étendu.

» 2. La même expérience réussit encore si l'on remplace le cuivre électrolytique déposé sur la lame de platine par du cuivre précipité d'une solution de sulfate de cuivre à l'aide de fer ou de zinc purs. L'absorption semble un peu plus rapide que précédemment.

» 3. On peut encore remplacer le mélange de cuivre électrolytique ou précipité et de sulfate de cuivre par le produit obtenu en traitant de l'oxydule de cuivre par une quantité équivalente d'acide sulfurique étendu; on a ainsi un mélange de sulfate de cuivre et de cuivre très divisé, en proportions bien connues.

» Toutes ces actions sont extrêmement lentes. L'oxyde de carbone agit dans ces conditions pour faciliter la formation du sulfate cuivreux, parce qu'il est capable de se combiner avec lui : il apporte ainsi une dose d'énergie auxiliaire suffisante pour rendre possible la réduction du sulfate cuivreux par le cuivre. L'oxyde de carbone n'agit pas en effet comme réducteur, mais il se combine au sulfate cuivreux formé. C'est ce que montrent les expériences suivantes :

» Avec une trompe à mercure on a fait le vide au-dessus de chacun des trois liquide incolores obtenus dans les expériences 1, 2 et 3, et l'on a recueilli de l'oxyde de carbone exempt d'acide carbonique. Lorsque la pression de l'oxyde de carbone dans l'appareil n'est plus que de 2^{mm} ou 3^{mm} de mercure, on voit se produire un phénomène intéressant : *une pellicule de cuivre se dépose à la surface du liquide, tandis que celui-ci devient bleu.* En enlevant l'oxyde de carbone, le sulfate cuivreux, formé grâce à sa présence et combiné avec lui, se dédouble donc de nouveau en cuivre et sulfate cuivrique. En continuant le vide, le phénomène devient plus apparent et le

cuivre forme à la surface du liquide un disque assez cohérent pour résister à une légère agitation sans se briser; il est concave comme la surface du ménisque sur laquelle il s'est formé; il y a en même temps un léger dépôt de cuivre sur le tube à la hauteur du niveau du liquide. Si l'on envoie à ce moment de l'oxyde de carbone dans le tube, la couche de cuivre disparaît et le liquide redevient incolore; en faisant ensuite le vide j'ai de nouveau fait réapparaître le cuivre et la coloration bleue de la solution.

» Tous ces faits s'expliquent bien par l'existence d'une combinaison dissociable d'oxyde de carbone et de sulfate cuivreux.

» A côté de ces expériences, j'en ai entrepris une série d'autres, faites en liqueurs ammoniacales, avec l'espoir, qui s'est réalisé, d'obtenir des réactions plus rapides. Voici ces expériences :

» 1° On fait agir de l'oxyde de carbone sur une solution de sulfate de cuivre à laquelle on a ajouté assez d'ammoniaque pour redissoudre le précipité formé tout d'abord. Dans cette solution, on a mis du cuivre provenant de l'action de l'acide sulfurique étendu sur de l'oxydule de cuivre. Après deux ou trois jours, la liqueur est absolument décolorée, mais le cuivre ne semble pas dissous, soit qu'on l'ait mis en proportion équivalente à celle du sulfate, un atome de cuivre pour une molécule de sulfate, soit même qu'on en ait mis une proportion beaucoup moindre. Lorsqu'on fait le vide au-dessus d'une pareille solution, une fois la décoloration obtenue, on extrait une grande partie de l'oxyde de carbone introduit, mais non la totalité; en même temps la liqueur reste incolore, et aucun dépôt de cuivre ne se produit. L'oxyde de carbone qui manque ainsi se retrouve dans la liqueur ammoniacale sous forme de carbonate d'ammoniaque. C'est donc lui qui a agi comme réducteur sur le sulfate de cuivre et non le cuivre métallique. Quant à celui-ci, son action réductrice est très faible; elle disparaît devant celle de l'oxyde de carbone qui a décoloré la liqueur avant qu'une quantité notable de cuivre métallique se soit dissoute.

» 2° Étant donné le rôle tout à fait accessoire du cuivre en liqueur ammoniacale, j'ai recommencé l'expérience sans mettre de cuivre, pour simplifier les résultats. La décoloration s'est effectuée en deux ou trois jours, sous l'influence seule de l'oxyde de carbone, et la liqueur obtenue, soumise au vide, a abandonné son oxyde de carbone sans redevenir bleue et sans déposer trace de cuivre; on a arrêté l'action de la trompe à mercure quand les gaz entrants ne contenaient plus d'oxyde de carbone, mais seulement l'ammoniaque enlevée à la dissolution ammoniacale. Il peut exister, dans ce cas, une combinaison de sulfate cuivreux et d'ammoniaque.

» En évaporant les dissolutions neutres dans une atmosphère d'oxyde de carbone, pour éviter la dissociation du composé formé, et les dissolutions ammoniacales dans le vide, j'espère isoler ces combinaisons. Il me semble établi, dès maintenant, que le sulfate cuivreux existe, tout au moins à l'état de combinaison avec l'oxyde de carbone ou avec l'ammoniaque.

» J'ai commencé aussi d'autres expériences analogues avec d'autres

sels, et j'aurai l'honneur de les exposer à l'Académie, si elles me conduisent à quelques résultats nouveaux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'unité élémentaire du corps appelé* cérium.

Note de MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans deux Notes présentées à l'Académie (¹), nous avons donné un procédé très simple de purification du cérium et fixé son poids atomique à 92,7

» Tout récemment, M. Boudouard (²), continuant le travail entrepris par M. Schützenberger, a publié une série de chiffres fort divergents entre eux et qui tendent à démontrer l'existence de deux cériums à poids atomiques très différents. Ces résultats qui, au premier abord, paraissent en contradiction avec les conclusions auxquelles nous sommes arrivés, nous paraissent montrer, si on les examine de plus près, que nos recherches ont exercé une heureuse influence sur la solution de la question de l'identité du cérium.

» Les chiffres de M. Schützenberger oscillaient entre 85 et 104 (Ce bivalent), présentant ainsi entre eux un écart de 18 pour 100. Nous avons fait observer que les chiffres maxima étaient dus à la présence de la thorine, et les chiffres minima à la présence des autres terres du groupe de la cérite ou du groupe de l'yttria. M. Boudouard semble s'être préoccupé tout particulièrement de la thorine; aussi son chiffre supérieur (93,8) s'abaisse-t-il de 10 pour 100 environ, relativement au chiffre supérieur de M. Schützenberger. Il paraît s'être moins préoccupé des autres terres; aussi son chiffre inférieur (88,6) ne gagne-t-il que 7 pour 100 environ sur le chiffre inférieur de M. Schützenberger. Au total, l'écart, qui était énorme, se réduit à 5 pour 100, ce qui infirmerait les résultats énoncés par M. Schützenberger et indiquerait que ses produits renfermeraient de grandes quantités d'impuretés.

» Nous sommes convaincus que, en faisant quelques pas de plus dans la voie de purification dans laquelle il s'est engagé, M. Boudouard diminuera encore les écarts qu'il a observés et arrivera sans difficulté au chiffre que

(¹) *Comptes rendus*, mai et juin 1897.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 772; 1897.

nous persistons à considérer comme exact, à deux ou trois unités décimales, pour tous les cériums, quelle que soit leur provenance et quel que soit le mode de fractionnement employé.

» Nous croyons du reste que les impuretés ne constituent pas la seule raison des écarts observés par M. Boudouard ; ils nous paraissent tenir aussi à l'insuffisanté exactitude de ses déterminations. Nous trouvons, en effet, dans sa Note, cette observation difficilement acceptable qu'un cérium à poids atomique de 91,8 a donné, par le fractionnement, deux parties avec les poids atomiques de 93,8 et de 92,2, chiffres tous deux supérieurs au poids atomique primitif. Nous trouvons également ce fait insolite que, dans le fractionnement du sulfate, les eaux-mères donnaient des chiffres tantôt supérieurs, tantôt inférieurs aux chiffres fournis par les dépôts cristallins.

» Il est enfin un fait auquel nous attachons de l'importance, au point de vue de nos recherches actuelles, et sur lequel il nous paraît impossible d'accepter les affirmations de M. Boudouard. L'acétate de cérium est *intégralement précipité* par un excès d'eau oxygénée, ainsi que l'avait déjà indiqué Hartley (¹) en 1882 ; la précipitation incomplète dont parle M. Boudouard, et sur laquelle il a fondé un procédé de fractionnement, ne nous semble s'expliquer que par une erreur d'observation, ou par la présence de notables quantités d'autres terres dont aucune, la thorine exceptée, ne donne de peroxyde insoluble lorsque le milieu demeure acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhydate d'ammoniaque.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« L'aldéhydate d'ammoniaque C^2H^7AzO a été représenté successivement par les schémas suivants :

C^2H^4O, AzH^3,	$C^2H^3O - AzH^4$,	$CH^3 - CH\langle{}^{OH}_{AzH^2}$.
Aldéhydate d'ammoniaque.	Acétylure d'ammonium.	Hydroxéthylidène-amine.

» En étudiant ce corps au point de vue thermochimique j'ai reconnu que ces formules ne répondaient pas aux propriétés et que l'on devait considérer l'aldéhydate d'ammoniaque comme l'*hydrate* d'une base nou-

(¹) *Journal chem. Soc.*, t. XLI, p. 202.

velle, l'*éthylidène-imine*, $CH^3 - CH = AzH$, laquelle doit elle-même être représentée par une formule triplée :

$$(CH^3 - CH = AzH)^3 \quad \text{ou} \quad \begin{array}{c} \quad AzH \\ CH^3 - CH \quad CH - CH^3 \\ AzH \quad AzH \\ CH - CH^3 \end{array}$$

» *Préparation de l'éthylidène-imine.* — Ce corps s'obtient par la soustraction des éléments de l'eau à l'aldéhydate d'AzH^3, en le maintenant deux ou trois jours dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique. Les cristaux primitifs sont remplacés peu à peu par d'autres cristaux blancs, brillants, pouvant atteindre plusieurs millimètres de côté. Ils répondent à la formule $CH^3 - CH = Az$; trouvé pour 100 : $C = 55,30$; $H = 11,50$; $Az = 32,21$; calculé pour 100 : $C = 55,81$; $H = 11,62$ et $Az = 32,55$:

$$C^2H^7AzO = C^2H^5Az + H^2O.$$

» *Propriétés.* — L'éthylidène-imine est une substance solide, en beaux cristaux incolores, brillants, d'une odeur rappelant l'acétamide, de saveur très alcaline, fusibles vers 85° et bouillant très régulièrement à 123°-124° sous la pression ordinaire. Le liquide distillé ne tarde pas à se prendre en une masse solide entièrement cristallisée.

» L'éthylidène-imine est soluble dans l'eau, l'alcool, l'acide acétique, le chloroforme, le benzène, le xylène; ces trois derniers liquides ne dissolvent pas l'aldéhydate d'ammoniaque; la solution chloroformique ou benzénique, évaporée à l'abri de l'humidité, abandonne l'éthylidène-imine en gros cristaux transparents et carrés comme du bromure de potassium; ces solutions ne peuvent pas être concentrées à chaud, car les vapeurs du liquide bouillant en entraînent des quantités considérables.

» *Poids moléculaire.* — La cryoscopie en solution benzénique a fourni les chiffres suivants :

Subs. pour 100...	1gr,029	1gr,051	1gr,219	1gr,235	1gr,588	2gr,741
M correspondant..	167	164,6	158,5	160,8	153,5	146

» On voit que le poids moléculaire varie en sens inverse de la concentration. En combinant la dernière donnée avec chacune des autres pour avoir M limite, on trouve un nombre variant régulièrement de 165 à 179; on aurait donc $M = 172 = (C^2H^5Az)^4$.

» Densité de vapeur par la méthode de V. Meyer :

Température........	152°	182°	261°
Densité (air = 1).....	2,115	2,028	1,579; 1,604
M................	60,9	58,4	45,8

» Ces nombres montrent qu'à 261° il n'existe plus que des molécules monomères $C^2H^5Az = 43$; mais, déjà à 152°, la dissociation est très avancée par rapport au poids moléculaire en solution benzénique.

» *Chaleur de formation.* — Elle a été déterminée par la méthode des combustions dans l'oxygène comprimé. Pour 1^gr on a trouvé :

8074^cal,5 et 8071^cal,0; en moyenne 8072^cal,75 ;

soit, pour une molécule simple = 43^gr :

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion......	347^Cal,13	347^Cal,6

et, pour chaleur de formation, +13^Cal,5, à partir de $C^2 + H^5 + Az$, c'est-à-dire +40^Cal,5 pour une molécule triplée.

» *Poids moléculaire de l'aldéhydate d'ammoniaque.* — La cryoscopie en solution aqueuse récente a donné les résultats suivants :

Substance pour 100..	1^gr,931 (*a*)	2^gr,422	2^gr,485	4^gr,4554	6^gr,195 (*b*)
M.................	162,4	165,9	164,2	164,8	163,7

» Le poids moléculaire ne varie pas avec la concentration et est égal en moyenne à $164 = (C^2H^7AzO)^{2,7}$. Mais il varie avec le temps : les solutions (*a*) et (*b*), congelées vingt-quatre heures plus tard, ont donné M(*a*) = 91,6 et M(*b*) = 119,4; la solution la plus diluée est celle qui s'est le plus dissociée.

» Pour les densités de vapeur, on a trouvé :

Température...........	152°	182°
Densité (air = 1).......	1,220; 1,187	1,111
M....................	34,6	32,15

» D'où il résulte qu'à 182° non seulement l'aldéhydate s'est dissocié en eau et imine, mais encore que celle-ci s'est dépolymérisée à son tour presque totalement; le poids moléculaire trouvé est, en effet, voisin de $\frac{1}{2}(C^2H^5Az + H^2O) = 30,5$; à 152°, la dissociation est déjà très avancée.

» *Chaleur de formation de* C^2H^7AzO. — Pour 1^gr on a trouvé une chaleur de combustion moyenne de 5680^cal,9 = $\frac{1}{3}$(5672,4 + 5677,4 + 5693,0). D'où, pour 61^gr correspondant à C^2H^7AzO :

	A volume constant.	A pression constante.
Chaleur de combustion......	346^Cal,54	347^Cal,0

et, pour chaleurs de formation,

$C^2 + H^7 + Az + O = C^2H^7AzO$ crist. .... +83^Cal,1
$C^2 + H^5 + Az + H^2O$ liq. $= C^2H^7AzO$ crist. .... +14^Cal,1

et, partant,

$$3(C^2H^5Az\,\text{sol.} + H^2O\,\text{liq.}) = (C^2H^7AzO)^3\,\text{sol.} \ldots + 3 \times 0^{Cal},6.$$

» La relation entre l'imine éthylidénique et l'aldéhydate d'ammoniaque est celle d'une hydratation avec faible dégagement de chaleur, c'est-à-dire destructible sous de faibles influences.

» *Picrate d'éthylidène-imine.* — Que l'on fasse réagir une solution tiède saturée d'acide picrique dans l'alcool absolu sur l'aldéhydate d'ammoniaque en solution alcoolique, ou sur l'éthylidène-imine en solution alcoolique ou chloroformique, on n'obtient qu'un seul et même corps ayant pour formule :

$$C^6H^2(AzO^2)^3OH, (C^2H^5Az)^3 + C^2H^6O.$$

» C'est un sel formant de longues aiguilles d'un beau jaune à odeur d'éthylidène-imine, assez soluble dans l'alcool, extrêmement soluble dans l'eau. Cette solution aqueuse se trouble au bout de quelques minutes, exhale bientôt l'odeur de l'aldéhyde et se remplit de cristaux de picrate d'ammoniaque peu solubles. Si on la place dans le vide, elle laisse un résidu cristallisé de picrate d'AzH^3, en quantité théorique, d'après l'équation :

$$\begin{aligned}&C^6H^2(AzO^2)^3OH, (C^2H^5Az)^3 + C^2H^6O + H^2O\\&= [\tfrac{2}{3}(C^2H^5Az)^3 + C^2H^4O + C^2H^6O] + C^6H^2(AzH^4)Az^3O^7.\end{aligned}$$

Les termes du second membre entre crochets sont volatils ; ils disparaissent. Ce résultat apporte un ferme appui à la formule proposée. L'alcool est nécessaire pour la formation de ce corps.

» *En résumé*, l'aldéhydate a pour formule $(C^2H^5Az, H^2O)^3$: c'est l'hydrate de l'éthylidène-imine $(C^2H^5Az)^3$, auparavant inconnue. Ces polymères existent dans l'eau, l'alcool, le chloroforme, le benzène ; les états polymériques attestés par la cryoscopie ont des valeurs un peu différentes que l'étude du picrate ramène toutes deux aux formules trimères ; ces polymérisations sont graduellement détruites dans les corps vaporisés, à mesure que la température s'élève. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une réaction particulière aux orthophénols et sur les dérivés de l'antimonyle-pyrocatéchine.* Note de M. H. Causse, présentée par M. Friedel.

« Les combinaisons que nous avons décrites dans une Note antérieure et qui résultent de l'union de l'oxyde d'antimoine avec la pyrocatéchine et le pyrogallol peuvent être envisagées comme les dérivées d'un radical composé monoatomique, l'antimonyle-pyrocatéchine $(C^6H^4O^2 = Sb)'$, ou l'antimonyle-pyrogallol $(C^6H^3.OH.O^2 = Sb)'$ (1).

(1) *Comptes rendus*, 1892.

» Ces dérivés, en effet, se comportent comme de l'acide antimonieux $(SbO)'$, OH dans lequel l'atome d'oxygène serait remplacé par un résidu phénolique bivalent. La présence de ce résidu, loin de diminuer le caractère basique du radical, semble, au contraire, l'augmenter.

» Il fixe les éléments halogènes pour donner des combinaisons comparables aux oxysels de l'antimoine, mais beaucoup plus stables, que l'eau bouillante dissocie pour reproduire le composé hydroxylé : ainsi qu'il arrive avec l'oxychlorure, l'oxybromure, qui régénèrent l'acide antimonieux $(SbO)'$, OH.

» La formation de semblables dérivés est particulière aux orthophénols ; dans certaines conditions, on peut, avec les isomères, produire une combinaison, mais elle est amorphe, incristallisable, dissociée par l'alcool froid et, en aucun cas, ne produit un dérivé haloïde, chlorure, bromure, iodure, ou un oxalate.

» Cette réaction, étant spéciale aux orthodérivés, permet de les caractériser aussi bien que de les séparer de leurs isomères. Les premiers sont, en effet, peu solubles dans les hydracides étendus, cristallisables au sein de ces liquides; tandis que les seconds sont dédoublés, par les mêmes réactifs, en phénol et composé haloïde de l'antimoine.

» *Hydroxantimonyle-pyrocatéchine* $(C^6H^4O^2 = Sb)OH$. — Ce composé n'est autre que le produit décrit sous le nom d'*antimonite acide de pyrocatéchine;* nous ne reviendrons ni sur ses propriétés, ni sur sa préparation.

» *Chlorure d'antimonyle-pyrocatéchine* $(C^6H^4O^2 = Sb)'Cl$. — Se forme en mélangeant une solution de chlorure d'antimoine, dans l'alcool méthylique pur et anhydre, avec une solution méthylique de pyrocatéchine, ou bien par l'action de $SbCl^3$ en solution aqueuse et salée sur la pyrocatéchine.

» Généralement le corps qui se dépose contient une certaine quantité de dérivé hydroxylé. On le purifie en le dissolvant dans l'acide chlorhydrique ordinaire, étendu et bouillant; par le refroidissement, il se dépose sous forme de cristaux.

» Le chlorure d'antimonyle-pyrocatéchine est en cristaux tabulaires, présentant une troncature sur l'un des angles; insoluble dans les dissolvants ordinaires, il se dissout dans les hydracides ; l'eau froide le décompose peu, mais l'eau bouillante le transforme lentement en hydroxantimonyle-pyrocatéchine.

» *Composition.* — Desséché à 110°, il donne à l'analyse les nombres suivants :

$$C = 27,00, \quad H = 1,9, \quad Sb = 45,0, \quad Cl = 13,6,$$

qui s'accordent avec ceux qu'exige la théorie.

$$\text{Théorie : } C = 27,8, \quad H = 1,52, \quad Sb = 45,45, \quad Cl = 13,4.$$

» *Bromure d'antimonyle-pyrocatéchine* $(C^6H^4O^2 = Sb)Br$. — Se forme dans

l'action de la pyrocatéchine sur une solution neutre de bromure d'antimoine, ou bien en dissolvant le dérivé hydroxylé dans l'acide bromhydrique.

» Purifié par cristallisation dans l'acide bromhydrique étendu et bouillant, il se présente en cristaux isomorphes avec le chlorure, dont il partage les propriétés.

» Desséché à 110°, il a donné à l'analyse :

$$C = 22,8, \quad H = 1,6, \quad Sb = 38,2, \quad Br = 30,1,$$

nombres en accord avec ceux de la formule ci-dessus, qui sont :

$$C = 23,4, \quad H = 1,3, \quad Sb = 38,8, \quad Br = 26,0.$$

» *Iodure d'antimonyle-pyrocatéchine* ($C^6H^4O^2 = Sb$)I. — La préparation de l'iodure présente quelques difficultés, à cause de sa solubilité dans l'acide iodhydrique. 50^{cc} d'acide iodhydrique, à 50 pour 100 d'HI, sont étendus de trois fois leur volume d'eau, saturés d'iodure de potassium, puis d'oxyde d'antimoine, enfin additionnés de 25^{gr} de pyrocatéchine. On laisse couler cette solution dans la suivante, chauffée à 40°-50° : eau, 50^{cc}; pyrocatéchine, 25^{gr}. Il se dépose des cristaux d'iodure.

» A l'état hydraté, il est incolore; par la dessiccation, il prend une teinte rouge qu'il perd par le refroidissement.

» *Composition.* — Desséché à 100°, il donne :

$$C = 19,8, \quad H = 1,5, \quad Sb = 33,0, \quad I = 36,1;$$
$$\text{Théorie : } C = 20,3, \quad H = 1,1, \quad Sb = 33,4, \quad I = 35,8.$$

» *Fluorure d'antimonyle-pyrocatéchine* ($C^6H^4O^2 = Sb$)Fl. — Se prépare par l'action du fluorure d'antimoine sur la pyrocatéchine, ou en faisant cristalliser le dérivé hydroxylé dans l'acide fluorhydrique étendu et bouillant. Cristaux tubulaires, isomorphes avec les précédents, donnant à l'analyse les nombres ci-après :

$$C = 28,7, \quad H = 1,5, \quad Sb = 48,1, \quad Fl = 7,1\text{-}7,0;$$
$$\text{Théorie : } C = 29,1, \quad H = 1,8, \quad Sb = 48,4, \quad Fl = 7,7.$$

» *Oxalate d'antimonyle-pyrocatéchine* ($C^6H^4O^2 = Sb$).C^2HO^4. — S'obtient en versant une solution chlorhydrique du chlorure d'antimonyle-pyrocatéchine dans une solution bouillante d'oxalate acide de potassium.

» Aiguilles microscopiques, insolubles, donnant à l'analyse :

$$C^2H^2O^4 = 27,4, \quad Sb = 36,5. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la nature des combinaisons de l'antipyrine avec les aldéhydes.* Note de M. G. Patein, présentée par M. Armand Gautier.

« Knorr avait montré que l'*antipyrine* est susceptible de donner, avec les *aldéhydes formique*, *éthylique*, *benzylique* et *salicylique*, des combinaisons

telles que

$$\begin{array}{ccccccccc}
 & Az - C^6H^5 & & & & Az - C^6H^5 & \\
CH^3 - Az & & CO & & CO & & Az - CH^3 \\
 & | & | & & | & | & \\
CH^3 - & C = & C & - CH^2 - & C = & C & - CH^3 + H^2O.
\end{array}$$

» Pour les obtenir (¹) on chauffe en tubes scellés, pendant huit heures, à 120°, l'*antipyrine*, l'*aldéhyde* et l'*eau*; après refroidissement il se sépare une masse cristalline qu'on purifie par dissolution dans l'alcool méthylique absolu et chaud. Les combinaisons obtenues se comportent comme des *bases* donnant des sels avec les acides.

» D'autre part, on a décrit, sous le nom de *formopyrine*, un corps obtenu par union directe à froid de l'*aldéhyde formique* et de l'*antipyrine;* sa constitution serait analogue à celle du *monochloralantipyrine*, c'est-à-dire que la formopyrine résulterait de l'union, sans *élimination d'eau*, d'*une* molécule d'antipyrine et d'*une* molécule de formol.

» J'ai cherché : 1° si réellement l'antipyrine donnait, avec l'aldéhyde formique en particulier, et les aldéhydes en général, deux genres de combinaisons; 2° si le chloral était capable aussi de donner deux genres de combinaisons.

» Je me suis d'abord demandé si le corps auquel on a donné le nom de *formopyrine*, et qui est constitué par les cristaux qui se séparent au bout de quelques jours lorsqu'on a mélangé à froid deux solutions d'antipyrine et de formol, ne serait pas identique à celui qui a été obtenu en tubes scellés et qui a été décrit par Knorr. J'ai reconnu qu'en effet son point de fusion est bien 177. Quand on atteint 156° il y a bien fusion, mais en même temps il y a perte de l'eau de cristallisation; le corps anhydre présente un aspect vitreux et, après pulvérisation, il fond à la température indiquée par Knorr. L'analyse du *chlorhydrate* conduit à la même conclusion :

» Dosage de HCl :

	Matière			0gr,5155
	AgCl			0gr,296
d'où	Cl	14,20 %	HCl	14,60 %

» Dosage acidimétrique :

HCl .... 15,57 %

Théorie pour $CH^2 \left< \begin{array}{l} C^{11}H^{11}Az^2O \\ C^{11}H^{11}Az^2O.2HCl + H^2O \end{array} \right.$

HCl .... 15,24 %

(¹) A. SCHUFTAN, *D. ch. G.*, t. XXVIII, p. 1180.

» J'ai cherché ensuite s'il n'existait pas un moyen plus simple et général de préparer les combinaisons de l'antipyrine avec les aldéhydes.

» Je me suis arrêté au suivant, qui donne un rendement théorique : On mélange avec de l'eau *une* molécule d'aldéhyde et *deux* molécules d'antipyrine, puis on ajoute de l'acide chlorhydrique jusqu'à dissolution parfaite ; au bout de quelques heures le tout se prend en masse cristalline, on alcalinise par l'ammoniaque étendue et l'on filtre à la trompe ; le produit peut être purifié par cristallisation dans l'alcool à 50° C. bouillant. J'ai obtenu de cette façon les combinaisons de l'antipyrine avec les aldéhydes *formique, éthylique, benzylique, salicylique* et *paraoxybenzoïque*. J'ai trouvé pour ces corps les mêmes points de fusion que ceux indiqués par Knorr.

» Ces composés se comportent comme des bases, quelques-uns donnent des sels en se combinant à *deux* molécules d'acide monobasique ; l'antipyrine conserve dans ces combinaisons un certain nombre de ses propriétés, entre autres celle de donner une coloration rouge avec le perchlorure de fer. Quant à la fonction aldéhydique, elle a disparu ; ces composés ne réduisent pas la liqueur de Fehling à l'ébullition.

» Ils se forment d'après la réaction suivante :

$$\begin{array}{l}
\begin{array}{c}
\mathrm{Az-C^6H^5}\\
\mathrm{CH^3-Az}\diagup\quad\diagdown\mathrm{CO}\\
\mathrm{CH^3-C}=\!=\!=\mathrm{CH}\\
\mathrm{CH^3-C}=\!=\!=\mathrm{CH}\\
\mathrm{CH^3-Az}\diagdown\quad\diagup\mathrm{CO}\\
\mathrm{Az-C^6H^5}
\end{array}
+\mathrm{O}=\underset{\displaystyle\mathrm{R}}{\underset{|}{\mathrm{C}}}-\mathrm{H}=
\begin{array}{c}
\mathrm{Az-C^6H^5}\qquad\qquad\mathrm{Az-C^6H^5}\\
\mathrm{CH^3-Az}\diagup\diagdown\mathrm{CO}\qquad\mathrm{CO}\diagup\diagdown\mathrm{Az-CH^3}\\
\mathrm{CH^3-C}=\!=\!=\mathrm{C}-\underset{\displaystyle\mathrm{R}}{\underset{|}{\mathrm{CH}}}-\mathrm{C}=\!=\!=\mathrm{C-CH^3}
\end{array}
+\mathrm{H^2O}
\end{array}$$

» On peut donc considérer tous ces corps comme des dérivés du *méthane;* c'est pourquoi j'appelle le premier terme correspondant à l'aldéhyde formique : *diantipyrineméthane;* l'homologue supérieur sera le *méthyldiantipyrineméthane,* et ainsi de suite.

» Si le *choral* se comportait comme l'aldéhyde éthylique, il devrait donner la combinaison $\mathrm{CCl^3-CH}\left\langle\begin{array}{l}\mathrm{C^{11}H^{11}Az^2O}\\ \mathrm{C^{11}H^{11}Az^2O.H^2O}\end{array}\right.$. Pour m'en rendre compte j'ai suivi le procédé général indiqué plus haut.

» J'ai dissous 12gr de choral et 27gr d'antipyrine dans leur poids d'eau, mélangé les solutions et ajouté 5gr d'acide chlorhydrique ; au bout de vingt-quatre heures j'ai

neutralisé par l'ammoniaque; il s'est formé deux couches qui ont été séparées; la couche supérieure aqueuse contenait 13gr d'antipyrine, soit la moitié, qui n'était pas entré en combinaison; la couche inférieure s'est prise en masse cristalline de *monochloralantipyrine*, ainsi que le montrent le point de fusion (66°-68°) et la proportion de chlore dosée.

» J'ai ensuite remplacé HCl par SO^4H^2 en opérant de la façon suivante :

» Le mélange de chloral et d'antipyrine était placé dans un ballon avec cinq à six fois leur poids d'acide sulfurique à 66° et le tout était maintenu au bain-marie à 106° pendant deux à trois heures. Après refroidissement, le liquide était versé dans environ $1^{lit},50$ d'eau froide, puis on neutralisait par l'ammoniaque; il se sépare des cristaux qui sont purifiés par cristallisation dans l'alcool à 95° C. bouillant. Le point de fusion de ces cristaux est 186°-188°; ils possèdent les propriétés et la composition de la *dihydrochloralantipyrine*. Il s'ensuit que l'acide sulfurique n'agit que comme déshydratant et qu'on obtient une combinaison *molécule à molécule d'antipyrine et de chloral anhydre*.

» J'ai enfin étudié l'action du *chloral* et des *phénols* sur le *diantipyrineméthane* et le *méthyldiantipyrineméthane*; j'ai constaté ainsi que, dans ces combinaisons, l'antipyrine avait perdu la faculté de s'unir à froid aux phénols et au chloral. En opérant dans l'acide sulfurique il en est autrement, et j'ai obtenu ainsi des corps dont je compte faire l'objet d'une nouvelle Note.

» *Conclusions*. — 1° L'*antipyrine* se combine aux *aldéhydes*, l'union se fait par le *carbone*; c'est le seul mode de combinaison; jamais elle ne se fait par *l'azote*.

» 2° Dans ces combinaisons, qui sont de véritables dérivés du *méthane*, l'atome d'azote uni au méthyle a perdu la faculté de s'unir au chloral et aux phénols.

» 3° Le *chloral*, ou aldéhyde trichlorée, ne peut s'unir à l'antipyrine que par *l'azote* et jamais par le *carbone* comme les aldéhydes non substituées. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets physiologiques et thérapeutiques de la spermine*. Note de M. **Alexandre Pœhl**, présentée par M. Armand Gautier.

« La spermine, qui répond, ainsi que je l'ai établi, à la composition $C^5H^{14}Az^2$, est l'un des principes qui président à l'oxydation des tissus. Je l'ai rencontrée dans presque tous, mais plus particulièrement dans le testi-

cule, l'ovaire, le corps thyroïde, le pancréas surtout, le thymus, la moelle, la rate, le sang normal, la lymphe. J'ai montré que cette base agit, même à très faibles doses, en accélérant les oxydations, tant organiques que minérales, à la façon d'un ferment (¹).

» Une série d'observations, dues au professeur prince Tarkhanoff, ont établi l'action dynamogène de ce corps; les observations cliniques ont démontré ses effets thérapeutiques favorables dans toutes les maladies caractérisées par une réduction des oxydations dans les tissus, un ralentissement de l'assimilation, et une diminution de l'alcalinité du sang.

» Qu'on l'introduise par la bouche ou par injection sous-cutanée, les effets favorables de la spermine ont été signalés dans l'anémie (Senator, Hirsch, Fürbringer, Hofmeier, Finkelstein), dans la goutte (Prokhoroff, Boukoëmsky), dans l'arthrite déformante (Afanassieff), le rhumatisme aigu (Pantchenko), la pneumonie fibrineuse (Podkopaëff, Rochtchinin), la fièvre typhoïde (Rossi, Klimontovich), la neurasthénie (Lauder-Brunton, Eulenburg, Ewald, Mendel, Benedikt), l'hystérie (Eulenburg, Mendel, Benedikt), dans le tabès et autres maladies des centres nerveux (Joffroy, Popoff, Ewald, Eulenburg, Hirsch, Fürbringer, Mendel, Benedikt, Victoroff), dans le psoriasis (Symon-Eccles, Finkelstein), dans la syphilis maligne (Schwimmer), etc.

» Quelles que soient les manifestations variées apparentes de ces nombreuses maladies, dans tous ces cas, les effets de la spermine se réduisent à relever le taux des oxydations intra-organiques, à favoriser l'élimination des produits de déchet et à détruire les toxines autonomes ou microbiennes.

» Je fonde cette opinion sur les milliers d'analyses (dont les Tableaux paraîtront ailleurs) que j'ai pu pratiquer sur les malades soumis à l'action de la spermine.

» Sous son influence : 1° le rapport de l'azote de l'urée à l'azote total (ancien coefficient d'oxydation; actuellement, coefficient d'utilisation des substances azotées), rapport qui est la meilleure mesure de la respiration et de la vitalité des tissus, se rapproche, chez les malades, de la normale; c'est-à-dire que la quantité d'azote uréique augmente, et que celle des produits intermédiaires offensifs (leucomaïnes et toxines de A. Gautier) diminue. On constate, en effet, à la fois, sous l'action de la spermine, la

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, 11 juillet 1892, 10 octobre 1892, 20 mars 1893; *La Tribune médicale*, 1895, n° 14.

diminution des leucomaïnes urinaires et des substances extractives azotées. Cependant il peut arriver, mais seulement en quelques cas, que ces leucomaïnes augmentent tout à coup sous l'effet de la spermine, comme par une décharge de l'économie, mais ensuite elles diminuent notablement, tandis que l'urée reprend son cours ascendant.

» 2° Sous l'influence du même agent, le rapport de l'urée aux chlorures diminue malgré l'augmentation de la quantité d'urée.

» 3° Le rapport de l'acide urique à l'acide phosphorique des *phosphates neutres* (rapport qui, d'après Zerner, mesure l'aptitude de l'acide urique à se précipiter dans l'organisme) se rapproche très lentement de 0,4 (normale 0,2 à 0,4).

» 4° Le rapport de l'acide phosphorique total à l'acide phosphorique des phosphates neutres (rapport qui indique l'état d'alcalinité du sang) diminue sensiblement. Cette augmentation d'alcalinité du sang, si favorable aux oxydations (Liebig, Chevreul, Schœnbein, A. Gautier) a été observée, après l'action de la spermine, par Lœwy et Richter dans la clinique de Senator, par titrages directs faits immédiatement sur le sang laqué à basse température.

» Dans quelques cas seulement, mes analyses ont indiqué une diminution des phosphates neutres, explicable par une décharge momentanée d'acides organiques par les reins; mais toujours cette diminution a été suivie d'augmentation notable.

» La spermine ne paraît pas avoir d'influence directe sur les fermentations intestinales; en fait, le rapport de l'acide sulfurique total à l'acide sulfoconjugué ne paraît pas modifié [1].

» Les effets physiologiques et thérapeutiques de la spermine sont donc bien uniformes : ils consistent à exciter les phénomènes d'oxydation et à favoriser ainsi l'élimination, sous forme de produits inoffensifs, des divers déchets organiques (auto-infection de A. Gautier, auto-intoxication de Ch. Bouchard). Toutefois les auto-intoxications intestinales ne sont pas sensiblement influencées par la spermine. »

---

(1) La pratique a montré que les bromures aussi bien que les acides minéraux enrayent l'action thérapeutique de la spermine. On ne sait encore rien de sûr de l'action des iodures. Peut-être ces sels agissent-ils en provoquant les formations des tribromures ou triiodures de spermine, comme dans la réaction de Florence.

La réaction caractéristique du sperme humain, réaction dite *de Florence* (formation de triiodospermine en présence de l'iodure de potassium ioduré), se produit très facilement avec la spermine ou le spermium-Poehl. On doit remarquer seulement que cette réaction est enrayée si l'alcool ou la glycérine sont présents.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Disparition de l'empoisonnement saturnin par la substitution partielle de l'acide métastannique à la potée d'étain dans le polissage du cristal.* Note de M. L. **Guéroult**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, en 1891, les résultats favorables que j'avais obtenus, dès cette époque, à la cristallerie de Baccarat, par la substitution partielle de l'acide métastannique à la potée d'étain ordinaire pour le polissage du cristal ([1]). Je rappellerai qu'avant l'emploi de l'acide métastannique, en soixante-dix-neuf mois, de novembre 1884 à juillet 1891, sur 200 tailleurs de cristaux il y eut, à Baccarat, 39 malades, dont plusieurs avec récidives. Un succomba; 4 furent empêchés dans leur travail, de sept mois à quatre années, par suite de paralysie saturnine; 34 firent en tout 1333 journées de maladie à l'hôpital. Au contraire, du 1er juillet 1891, date où fut employée la nouvelle potée, à novembre 1892, c'est-à-dire en dix-huit mois, on ne put constater, à la cristallerie où se faisait l'expérience, un seul cas d'intoxication saturnine sur les ouvriers tailleurs de cristal.

» Le temps a confirmé ces heureux résultats que l'Académie récompensait en 1892, du prix Montyon (Arts insalubres). Je suis heureux de lui annoncer qu'après six ans et demi le succès est resté complet.

» Le produit primitif (potée d'étain ordinaire) contenait 62 pour 100 de plomb. Le produit que j'ai substitué n'en contient plus que 20 pour 100, et il est difficile d'abaisser davantage le taux du plomb par addition d'acide métastannique, celui-ci adhérant alors trop fortement au cristal après polissage.

» Il est bien remarquable de constater que, quoique encore plombifère, la nouvelle potée est devenue entièrement inoffensive ainsi que le constate la lettre suivante de M. le Dr J. Schmitt, médecin de la cristallerie de Baccarat, qui confirme ces faits :

» Je n'ai pas eu à constater depuis 1891, c'est-à-dire depuis six ans et demi que vous avez substitué la nouvelle potée à l'ancienne, un seul cas d'intoxication saturnine chez les tailleurs de cristaux : ce résultat peut n'avoir rien de bien surprenant chez les tailleurs qui n'avaient jamais été intoxiqués, mais il est absolument remarquable que je n'aie jamais eu à constater un accident aigu chez les anciens saturnins ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 757; 1892.

([2]) Je ne connais, à la cristallerie de Baccarat, qu'un seul tailleur qui ait de la né-

» Plus de paralysies saturnines, relativement fréquentes autrefois, et, en général, plus de symptômes d'empoisonnement sous aucune forme.

» Bien entendu, nous avons toujours des artério-scléreux, des emphysémateux et, chez beaucoup, des indices de sénilité prématurée, mais ces lésions ont surtout pour causes l'alcoolisme et une hygiène défectueuse.

» Veuillez, etc.

D[r] J. SCHMITT. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur de nouvelles substances colloïdales, analogues aux albuminoïdes, dérivées d'une nucléo-albumine.* Note de M. **J.-W. Pickering**, présentée par M. E. Grimaux.

« Dans un Mémoire précédent, communiqué à l'Académie des Sciences (¹), j'ai établi que les colloïdes synthétiques (colloïdes amidobenzoïque et aspartique), découverts par M. Grimaux, possèdent les propriétés physiologiques qui sont caractéristiques des nucléo-albumines (²).

» La présente Communication est un bref exposé des expériences comparatives, par lesquelles j'ai essayé d'obtenir, au moyen des nucléo-albumines, des corps ressemblant aux colloïdes de Grimaux et possédant leurs propriétés caractéristiques.

» Je me suis servi de la nucléo-albumine desséchée du thymus du mouton, préparée par la méthode d'Halliburton; après dessiccation dans le vide, cette nucléo-albumine présentait toutes les réactions physiologiques et chimiques propres à cette substance. 50[gr] ont été chauffés en tubes scellés à 150°, avec du chlorure de calcium anhydre, pendant six heures. Le produit de la réaction est une poudre brune, cristalline, qui ne présente plus les caractères des albuminoïdes.

» Cette poudre est, sans aucun doute, un mélange de produits de désintégration de la matière première, formés par déshydratation, et d'un poids moléculaire moins élevé que l'albuminoïde mis en réaction : ces cristalloïdes présentent encore la réaction violette des albuminoïdes avec le

---

phrite dont l'existence peut être due à de l'intoxication saturnine; mais cette affection, d'origine plombique probable, ne prouve rien contre les bienfaits de la nouvelle potée, quand j'aurai dit que ce tailleur avait eu de 1882 à 1891, c'est-à-dire avant l'emploi de la nouvelle potée, sept atteintes de coliques de plomb.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1348; 1895.

(²) Les détails des expériences entreprises sur les albuminoïdes de synthèse ont été publiés dans *Journal of Physiology*, t. XIV, p. 347; 1893; t. XVIII, p. 55, p. 485, et t. XX, p. 171; 1896, et dans *Proceedings of Royal Society*, décembre 1896.

sulfate de cuivre et la potasse: mais ils ne donnent aucune réaction avec le sulfate de magnésie, le sel marin, l'acide salicyl-sulfonique, le sulfate de cobalt et le sulfate de nickel en présence de potasse. Examinés au polarimètre, ils ne possèdent pas de pouvoir lévogyre; ils n'amènent pas la coagulation intra-vasculaire, comme le font les nucléo-albumines par injection dans les veines chez les lapins, les chats et les chiens. Ils n'ont plus aucune des réactions physiologiques des nucléo-albumines :

» Si on les chauffe en tubes scellés avec du perchlorure de phosphore pendant quatre heures, à 125°, ils se transforment en une poudre friable, qui est insoluble dans l'eau froide, légèrement soluble dans l'eau chaude, en partie soluble dans l'ammoniaque concentrée. La solution ammoniacale, concentrée dans le vide, abandonne des plaques d'un colloïde, mélangées d'une poudre cristalline. Le mélange est dissous dans l'eau froide, où le colloïde et le cristalloïde sont partiellement solubles, et la solution est soumise à la dialyse pendant deux jours, pour purifier la matière colloïdale dont la solution reste dans le dialyseur. Celle-ci est de nouveau évaporée dans le vide, et laisse le colloïde sous forme de plaques d'un jaune pâle, insipides, inodores, et dont l'apparence est tout à fait celle de l'albumine du sérum desséché et des colloïdes de Grimaux. Dissous dans l'eau chaude, il donne une solution jaunâtre, n'agissant pas sur la lumière polarisée et présentant les réactions suivantes : avec

$SO^4Cu + KHO$.........	coloration violette.
$SO^4Ni + KHO$.........	coloration jaune pâle.
$SO^4Co + KHO$.........	coloration pourpre.
$AzO^3.H$...............	précipité orange.
le réactif de Millon.....	couleur rouge brun.
l'acide salicyl-sulfonique.	précipité qui se coagule par la chaleur.
SO^4Mg...............	précipité qui se dissout dans un grand excès d'eau.

» J'ai fait de nombreuses expériences sur l'action physiologique de ce colloïde, par injection intra-veineuse chez les lapins noirs ou bruns; je citerai seulement la suivante :

» Un lapin noir reçoit, par la veine jugulaire externe, 5^cc d'une solution à 1,5 pour 100; immédiatement on observe de l'exophtalmos, de la dilatation des pupilles, et la mort arrive rapidement par arrêt de la respiration. Ouvert aussitôt la mort, l'animal présente de nombreux caillots dans l'aorte et dans les grandes veines. Cette action est absolument semblable à celle que j'ai observée comme caractéristique des colloïdes de Grimaux, et ne peut être distinguée de celle qu'on observe avec les injections intra-veineuses des nucléo-albumines.

» En résumé, les conclusions de ce travail sont les suivantes :

» 1. Si l'on chauffe des nucléo-albumines en tube scellé avec du chlorure de calcium anhydre, on obtient des substances cristallisées de constitution inconnue.

» 2. Si l'on chauffe ces cristalloïdes pendant quatre heures, en tube scellé, avec du perchlorure de phosphore, et que l'on sépare le produit de la réaction par l'ammoniaque, on obtient des substances colloïdales qui, par leurs propriétés chimiques et physiologiques, ne peuvent être distinguées des colloïdes de synthèse de Grimaux. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du* Trombidion holosericeum. Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Edmond Perrier.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résumé des recherches que j'ai poursuivies sur le développement du *Trombidion holosericeum*.

» L'ovaire de cet Acarien a été inexactement figuré dans la monographie de Pagenstecher. La glande femelle, au lieu de former deux sacs distincts, aboutissant à un même conduit vecteur, est disposée en couronne, comme chez les *Phalangium*. La ponte a lieu dans les derniers jours d'avril. Elle consiste en une masse d'œufs d'un rouge minium, dont le nombre peut atteindre une centaine et qui sont déposés dans la terre, à une faible profondeur.

» Après une segmentation, qui se rattache au type centrolécithe, on voit, au-dessous de la coque, se constituer, suivant un fuseau de la sphère vitelline, une couche de cellules qui, à la suite d'une prolifération, donnent naissance à une plaque ventrale. Sur les bords de cette plaque naissent cinq paires de mamelons qui, dès l'origine, vont croissant en longueur d'une extrémité de la plaque, qui est l'antérieure, à l'extrémité opposée. Ces bourgeons s'allongent en doigt de gant, obscurément articulés, immobiles et adhérents les uns aux autres. Ils sont, ainsi que le reste de l'embryon, revêtus d'une cuticule parsemée de petites aspérités, qui lui donnent un aspect chagriné.

» Il s'établit ainsi une première forme embryonnaire, à cinq paires d'appendices non différenciés, dépourvue de bouche et d'anus et de tout organe des sens, que nous proposons d'appeler *larve embryonnaire :* c'est le *deutovum* de Claparède. La région frontale de cette larve présente un épaississement de la couche cuticulaire saillant en forme d'éperon, qui pourrait bien être un trait ancestral la rattachant aux Crustacés décapodes, dont la forme *Zoë* possède un prolongement analogue.

» Sous l'enveloppe cuticulaire de la larve embryonnaire se développe

la larve proprement dite, colorée en rouge, à appendices différenciés, pourvue d'yeux et d'un tube digestif à ouvertures externes. Ces appendices ne naissent pas par bourgeonnement, mais leurs divers articles se forment simultanément à l'intérieur des membres en étuis de la larve embryonnaire. Les deux étuis antérieurs contiennent les pièces buccales; les trois suivants, les pattes ambulatoires.

» La coque de l'œuf finit par se rompre transversalement dans la partie correspondant à la région ventrale. Plus tard les téguments de la larve embryonnaire s'ouvrent à leur tour suivant la ligne dorsale, mettant en liberté la larve hexapode. L'éclosion a lieu vers la fin de juin.

» Je ne puis décrire ici cette larve ; qu'il me suffise de faire remarquer que les figures qu'on en a données sont généralement inexactes. Après avoir mené une vie errante, elle se fixe en parasite sur divers Articulés : Araignées, Panorpes, Miris. On l'a signalée à tort sur les *Phalangium*, la confondant avec une autre forme hexapode toute différente.

» J'ai fait précédemment connaître à l'Académie le singulier appareil à l'aide duquel la larve se fixe sur l'animal qui la nourrit. Le corps de cette larve parasite ne tarde pas à acquérir une grosseur démesurée, comme cela a lieu chez les Ixodes. Les téguments distendus paraissent lisses par écartement des poils, portent des stries transversales très délicates et sont le le siège de mouvements de contraction et de dilatation répétés. Les pattes et les pièces buccales, conservant leurs dimensions primitives, deviennent à peine apparentes, si bien que la larve semble apode.

» La larve repue se détache et ne tarde pas à se fixer, à l'aide de quelques fils, comme une chrysalide de papillon. Sous les téguments durcis et transparents de cette nymphe on distingue, dans la suite, l'octopode, avec ses membres repliés sous la région ventrale, qui, après l'éclosion et une mue, apparaîtra avec ses caractères définitifs.

» En résumé, les phases successives du développement du *Trombidion holosericeum* sont les suivantes :

» 1° Larve embryonnaire ou deutovum se constituant à l'intérieur de la coque de l'œuf et privée de mouvement ;

» 2° Larve proprement dite hexapode, libre, parasite ;

» 3° Nymphe fixée ;

» 4° Octopode sexué. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les Rougets.* Note de M. **P. Mégnin**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le mot *Rouget* ne doit pas être employé au singulier, car les Rougets sont légion : chaque espèce de Trombidion, et elles sont nombreuses, a une larve hexapode rouge, qui est un Rouget; j'en possède au moins une douzaine, dont je cherche depuis des années à déterminer la généalogie, et je n'y suis encore arrivé que pour deux : le Trombidion fuligineux et le Trombidion soyeux.

» Tous les Rougets sont carnassiers; si quelques-uns s'attachent surtout aux Insectes, et en particulier aux Faucheurs, comme celui du Trombidion fuligineux, que j'ai trouvé aussi sur des Mulets, la grande majorité des autres s'attaquent aux Mammifères qui passent à leur portée, sans s'occuper de l'espèce. J'ai trouvé les mêmes Rougets indifféremment sur les chiens, les lièvres, les lapins sauvages, les mulots, les campagnols, etc., et même sur l'homme.

» Les Trombidions ne sont pas répartis uniformément sur la surface du globe; les uns foisonnent dans certaines localités, d'autres dans d'autres, et le *T. Gymnoterorum* peut abonder en Bourgogne, l'*Holosericeum* en Franche-Comté, et le *Fuliginosum* dans le Bois de Vincennes; il s'ensuit que leurs Rougets sont localisés comme eux.

» C'est si vrai que j'ai reçu de M. A. Dugès, du Mexique, un Rouget qui y produit les mêmes accidents qu'en France nos Rougets indigènes, et qu'il est d'une espèce entièrement différente.

» Je n'admets pas l'assertion que le Rouget du Trombidion soyeux, que j'ai récolté à foison sur des quadrupèdes domestiques et sauvages, ne se trouve jamais sur l'homme. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur les* grains rouges. Note de MM. **I. Kunstler** et **P. Busquet**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Il n'y a pas encore bien longtemps que différents auteurs ont attiré l'attention du monde scientifique sur certaines granulations, à réaction spéciale, qui se rencontrent dans la masse du corps des Bactériacées, des Oscillariées, des Euglènes. Sous l'influence de nombreux réactifs ces gra-

nules présentent une coloration rouge caractéristique, qu'on a quelquefois tenté d'expliquer par une altération déterminée du réactif sous l'influence de certaines substances chimiques contenues dans ces grains. Cette réaction est souvent considérée comme étant équivalente à celles des corps nucléiniens, et, en conséquence, on a attribué à ces formations la signification de sortes de chromosomes. Les parties renfermant ces grains ont acquis, par ce fait, la valeur de véritables noyaux cellulaires, de sorte que le corps des Bactériacées, des Cyanophycées ne serait morphologiquement autre chose qu'un noyau cellulaire plus ou moins dépourvu de corps protoplasmique.

» Ernst a décrit, le premier, de semblables granulations et les a regardées comme des noyaux très simples, point de départ de la spore future de l'être, tandis que Madson pense que ce sont là des grains de réserve. La première opinion a été fortifiée par les recherches de Strassburger, Schmitz, Keuter, Zukal, Mitrophanow. Pour Butschli il y aurait deux sortes de *grains rouges*: les uns, de nature nucléaire (chromatine); les autres, plasmatiques. Cornil et Babès les ont observés et figurés dans de nombreuses espèces.

» L'étude microscopique des organismes inférieurs et, même, de certains éléments des Métazoaires montre des formations analogues en abondance variable. Non seulement nous les avons revues chez les Bactériacées (*Bacterium coli, Bacillus subtilis, Spirillum, Micrococci*), dans les Levures (*Ascomyces, Cryptococcus guttulatus*), dans les Champignons (mycélium des Mucorinées), chez des Protozoaires divers (Ciliés, Flagellés, Sporozoaires), dans les Urnes parasites des Siponcles, mais encore leur manière d'être s'est trouvée identique dans ces différents éléments.

» A l'observation microscopique, les *grains rouges* apparaissent comme des corpuscules d'une grande petitesse, dont la teinte rouge de rubis ne se manifeste bien que lorsqu'on baisse l'objectif de façon que le granule ne soit plus tout à fait au point. Au contraire, à une mise au point exacte, ces granules, dans la règle, sont constitués par une substance hyaline, d'aspect vitreux, dans laquelle il n'est pas aisé de distinguer une coloration; par contre, quand on élève l'objectif, il s'y produit une teinte bleutée plus ou moins sombre.

» Des granulations moins transparentes peuvent exister dans la substance des mêmes organismes, sans qu'on puisse y retrouver ces variations de teinte. Celles-ci rappellent certains phénomènes optiques, plutôt qu'une coloration due à une affinité réelle pour les réactifs colorants, d'après laquelle une teinte rouge serait acquise par l'action de couleurs variées, de-

puis le rouge jusqu'au bleu, et pour l'explication de laquelle on est forcé d'invoquer une altération hypothétique. En effet, les *grains rouges* sont généralement des corpuscules réfringents et hyalins, qui montrent la réaction caractéristique, après qu'on a coloré les êtres qui les contiennent, non pas seulement par l'hématoxyline ou par le vert et le bleu de méthyle, comme le pensent certains auteurs, mais encore par de multiples colorants. Même, dans certains cas, et sans l'intervention d'aucun réactif, des faits identiques peuvent être nettement constatés. Enfin, quelle que soit la forme réelle de ces grains, ils paraissent toujours arrondis quand la réaction caractéristique se produit.

» D'un autre côté, il arrive aussi que les mêmes phénomènes peuvent être mis en évidence, non plus sur des granules inclus, mais sur la totalité du corps de certains êtres. Il suffit pour cela que leurs dimensions soient suffisamment minimes : chez des microcoques, par exemple, et même chez certains granules isolés.

» D'après ce qui précède, étant donné que ce sont là des faits qui ne s'observent que dans des corps de dimensions déterminées, faits toujours plus ou moins identiques quels que soient les réactifs employés (et souvent même en l'absence de tout réactif); étant donné, de plus, que ces corps se présentent dans les éléments les plus divers, ne se pourrait-il pas qu'on ait affaire à un phénomène d'ordre purement physique, et non à une réaction microchimique susceptible de permettre d'assimiler ces grains, par exemple, à de la nucléine, qui, elle, ne présente pas le caractère de se colorer en rouge quelle que soit la nature du réactif employé ? Cela est d'autant plus probable que certaines modifications dans l'éclairage du microscope amènent des variations de coloration qui ne seraient guère explicables s'il s'agissait réellement de teintes électives.

» Une observation d'un autre ordre vient corroborer les indications qui précèdent.

» L'on sait qu'une série d'observations plus ou moins récentes a mis en évidence que le protoplasma n'était pas la substance glutineuse continue que l'on y voyait autrefois, mais qu'il possède une constitution structurale assez variable, dont l'un des aspects les plus fréquents est la structure réticulée vue par une foule d'observateurs. Quand on examine au microscope, par transparence, sous un faisceau lumineux plus ou moins intense, un réseau protoplasmique, il montre des faits analogues à ce qui a été signalé plus haut pour les grains isolés. Le contenu fluide des mailles de ce réseau présente, jusqu'à un certain point, et dans les mêmes conditions que pré-

cédemment, l'aspect de points rougeâtres, arrondis quelle que soit la forme des mailles.

» L'ensemble des observations contenues dans cette Note n'est peut-être pas sans pouvoir être ramené à la loi physique des réseaux optiques. On sait que, les dimensions du réseau étant très petites, la forme des mailles ne sera d'aucune importance; les phénomènes de diffraction seront constants et identiques, se manifestant sous la forme d'un point circulaire qui aura une coloration variable suivant l'incidence de la lumière. La troisième loi de Fraunhofer nous apprend aussi que la différence d'épaisseur des mailles du réseau ne modifie pas la couleur des rayons émis et qu'elle n'a d'influence que sur leur état; en sorte que, pour des réseaux d'une petitesse telle que celle des réseaux protoplasmiques, les constatations doivent être identiques, la coloration des grains rouges ne pouvant varier que par une plus ou moins grande intensité.

» En résumé, il semble donc que les formations diverses comprises sous la dénomination générale de *grains rouges* pourraient avoir pour lien commun un phénomène particulier de diffraction, sans présenter aucune autre valeur morphologique commune. S'il en était réellement ainsi, les théories précitées, d'après lesquelles le corps des bactéries serait essentiellement constitué par des noyaux et qui tendent à gagner de plus en plus leur droit de cité dans la Science, auraient pour base une interprétation erronée de la nature chromatique de ces granules, déduite de cette coloration rouge particulière. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un ferment de la cellulose.* Note de M. V. **Oméliansky** [1], présentée par M. Duclaux.

« Dans ma Note du 4 novembre 1895, j'ai annoncé que j'avais réussi à isoler un bacille faisant fermenter la cellulose pure, celle des fibres de coton ou de lin. Son étude approfondie a été longue, à cause de l'extrême lenteur du phénomène qu'il provoque, ainsi que de certaines difficultés de culture dont il sera fait mention plus bas.

» Dans la présente Note, je me propose de décrire les principaux caractères morphologiques et physiologiques qui le rendront facilement reconnaissable dans les milieux naturels.

---

(1) Travail du laboratoire de M. S. Winogradsky, à l'Institut de Médecine expérimentale de Saint-Pétersbourg.

» Pour provoquer la fermentation il suffit d'introduire quelques grammes de papier de Suède, coupés en petites bandes et mêlés à de la craie, dans des fioles à long col remplies entièrement par une solution minérale appropriée, qu'on ensemence avec un peu de limon ou de terre riche en débris végétaux. Au lieu de la solution minérale, on peut prendre une eau fluviale quelconque. Dans la majorité des cas, la fermentation, annoncée par le dégagement de gaz, paraît au bout de six à dix jours à 35°. Au bout de trois semaines à un mois, on réensemence une nouvelle fiole par une bandelette de papier retirée de la première, et l'on attend que le papier ait atteint un degré de décomposition avancé. L'étude microscopique du dépôt fait alors découvrir le bacille spécifique en masses et à un état qu'on pourrait croire pur, si les essais de culture sur milieux altérables ordinaires ne montraient pas qu'il ne l'est pas encore naturellement.

» A l'état jeune le bacille se présente sous forme de bâtonnets droits excessivement ténus (0,3-0,5 μ), longs de 4 à 8 μ. A un état plus avancé ses articles deviennent plus longs (10 à 15 μ) sans être jamais filamenteux et en restant tout aussi minces; ils portent alors à l'un des bouts un renflement à peine marqué, qui grossit, devient ovale, puis rond : il contient alors la spore ronde, qui le remplit entièrement et qui, mûre, n'atteint pas $1^{\mu},5$ de diamètre. Les vieilles cultures ne présentent que des masses de ces spores rondes, mêlées à peu de bacilles sporifères qui disparaissent complètement quand la fermentation s'arrête. Les spores supportent le chauffage à 90° pendant vingt-cinq minutes, mais périssent immédiatement à 100°. Le bacille ne bleuit par l'iode à aucun de ces états; il ne présente donc pas le signe caractéristique des soi-disant *amylobacters*.

» Nous ajouterons encore que les articles plus longs sont tantôt droits, tantôt courbés ou enroulés en spirale. Ce détail morphologique est variable dans ce cas et dépend, d'après nos observations, du milieu et, précisement, de l'état de la cellulose offerte au bacille. Une des qualités très caractéristiques de notre ferment est de vivre en contact immédiat avec le corps insoluble qu'il décompose; on le trouve donc principalement sur les masses de cellulose, lesquelles, dans les cultures avancées, sont littéralement tapissées par les articles du ferment; sont-ce des fibres qui fermentent, les bacilles ont tendance à s'y loger le long des fibres et sont alors presque droits; ont-ils affaire à un précipité amorphe provenant de la précipitation des fibres dissoutes dans un dissolvant convenable, on les voit prendre des formes courbées, contournées, au milieu des flocons gélatineux qu'ils détruisent.

» Ce bacille ne pousse pas sur les milieux à base de gélatine. Sur gélose, il paraît former, quoique inconstamment, de petites colonies, trop chétives pourtant pour que leur réinoculation soit possible. Même sur pomme de terre cuite, la croissance des colonies (très petites, jaunâtres, transparentes) est des plus faibles, et le bacille paraît rapidement dégénérer sur ce

milieu : on échoue dans la majorité des cas quand on essaie de le faire servir à ensemencer des fermentations de cellulose, et il laisse stériles les autres milieux. Ainsi des solutions nutritives, contenant différents sucres, n'ont pas fermenté, de sorte que l'action du bacille sur des hydrates de carbone autres que la cellulose n'a pu être étudiée jusqu'à présent.

» Dans nos expériences de fermentation, nous avons employé du papier, du coton ou un précipité amorphe de cellulose, immergés à l'abri de l'air dans une solution minérale contenant du sulfate d'ammoniaque ou additionnée de peptone (à 0,1 pour 100) ou d'asparagine (à 0,5 pour 100). Aujourd'hui, nous ne parlerons que de nos expériences avec du papier dans la solution minérale, c'est-à-dire dans les conditions les plus favorables à l'étude chimique des produits de la fermentation.

» La fermentation dans ce milieu est facile à mettre en train dans des essais successifs, à condition que la semence ne soit pas trop minime. Mais, une fois en train, le phénomène tend à aller jusqu'au bout, si l'on a soin d'ajouter une quantité convenable de craie et de prendre une quantité de cellulose n'excédant pas 1^{gr} pour 100 de liquide. En en prenant plus, l'influence nocive des produits de la fermentation entre en jeu et peut arrêter le processus.

» La durée de la fermentation, rapportée à un poids donné de papier, dépend de plusieurs conditions; elle est généralement très variable. Voici quelques exemples de cette variabilité :

Papier.	Liquide.	Durée (en mois).	Poids du résidu lavé à HCl.	Substance disparue.
gr	cc		gr	Pour 100
5	»	4	0,188	96,24
48	3000	$3\frac{1}{2}$	6,4	86,6
15	1500	5	2,4	84,0
15	1350	5	2,8	81,4
15	1000	5	3,1	79,4

» Dans la première de ces expériences, on a renouvelé plusieurs fois une partie du liquide au moyen d'un dispositif spécial : le dépôt, lavé à l'acide chlorhydrique faible et étudié au microscope, apparaissait constitué principalement par des spores du bacille, et ne laissait reconnaître que quelques flocons colorables par le chlorure de zinc iodé.

» Comme exemple extrême, nous citerons encore une expérience, dans laquelle 5^{gr} de papier ont fermenté treize mois.

» Les gaz de fermentation sont composés d'acide carbonique et d'hydro-

gène. Les cultures de notre bacille, épurées jusqu'à un certain degré, ne donnent plus trace d'hydrogène protocarboné.

» Il y a production assez considérable d'acides volatils, formés principalement d'acide acétique et d'acide butyrique normal, dont le rapport $\frac{a}{b}$, déterminé par la méthode Duclaux, a beaucoup varié dans nos différents essais (de 1 : 4 à 3 : 1, comme termes extrêmes), sans qu'il nous soit possible de reconnaître la cause de ces variations.

» Outre ces acides, on trouve encore constamment de très faibles quantités d'acide valérianique. Il n'y a pas trace d'acides fixes.

» On constate aussi la présence d'un alcool supérieur, en quantités trop faibles pour permettre l'analyse. Il nous fut également impossible de déterminer la nature des produits odorants qui communiquent au liquide une odeur fétide caractéristique.

» Ainsi la fermentation produite par le bacille isolé par nous rentre dans le cadre des fermentations dites *butyriques*. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la décomposition du chloroforme dans l'organisme*. Note de MM. **A. Desgrez** et **M. Nicloux**, présentée par M. Bouchard.

« Le chloroforme est considéré comme ne subissant aucune transformation dans l'économie. Cette opinion est basée sur les expériences de Perrin et Lallemand qui ont établi que le chloroforme séjourne pendant un temps assez court dans certains organes (sang, foie, cerveau) et s'élimine par les voies ordinaires. L'un de nous a montré précédemment [1] que le chloroforme se décompose, *in vitro*, dès la température ordinaire, en solution alcaline aqueuse, avec production d'oxyde de carbone. Comme la réaction générale de l'économie est alcaline, grâce au carbonate de sodium et à une certaine quantité de soude libre (C. Schmidt), ou faiblement combinée (A. Gautier), il nous a paru intéressant de rechercher si le chloroforme ne se décompose pas, dans l'organisme, en donnant également naissance à de l'oxyde de carbone. La fixation de ce gaz sur l'hémoglobine expliquerait certains accidents consécutifs à l'anesthésie, accidents que les analyses du chloroforme incriminé ne justifient pas toujours.

---

[1] A. Desgrez, *Comptes rendus*, 15 novembre 1897.

» On sait que le spectroscope ne donne que des résultats incertains quand il s'agit de reconnaître une faible proportion d'oxyde de carbone combiné avec le sang. La sensibilité du grisoumètre de M. Gréhant est telle, au contraire, qu'il permet de déceler et de mesurer la proportion d'oxyde de carbone fixée par l'hémoglobine dans une atmosphère n'en renfermant que $\frac{1}{60000}$ (¹). Les résultats que nous publions ont été obtenus à l'aide de cet appareil. Nos expériences ont porté sur le chien dont le sang présente, d'après R. Drouin, une alcalinité voisine de celle du sang humain, quoique légèrement inférieure. Voici la méthode que nous avons adoptée :

» L'animal étant fixé sur une gouttière, on pratique une prise de sang sur l'artère fémorale. Les gaz sont extraits au moyen de la pompe à mercure, à 100°, dans le vide, en présence d'acide acétique. L'acide carbonique étant éliminé, le résidu gazeux est brûlé dans le grisoumètre avec un excès d'air. La réduction observée correspond au gaz combustible du sang.

» On a d'abord déterminé, pour chaque animal, la réduction due au sang normal. Elle a été ensuite comparée avec la réduction fournie par une égale quantité de sang recueilli après anesthésie. Nos résultats sont positifs et concordants. Ceux dont nous donnons le détail ont été fournis par les deux observations qui ont été continuées le plus longtemps.

» *Première expérience.* — Chien pesant $6^{kg},500$. Réduction due à 25^{cc} de sang normal égale $0^{div},6$ du grisoumètre de Gréhant. Le chien respire, de 9^h45^m à 10^h20^m, un mélange de 3 parties d'alcool et de 1 partie de chloroforme. A 10^h20, l'anesthésie est complète. A 10^h45^m, prise de 25^{cc} de sang. Réduction observée égale $1^{div},1$. L'animal est maintenu sous l'influence du chloroforme, avec des intermittences de respiration à l'air libre variant de dix à quinze minutes. A 1^h15^m, nouvelle prise de sang. Réduction égale $1^{div},2$. A 5^h15^m, la réduction fournie par une troisième prise de 25^{cc} de sang est de $1^{div},3$. L'animal a succombé pendant la nuit.

» *Deuxième expérience.* — Une chienne pesant 14^{kg}, dont le sang normal donnait, pour 25^{cc}, une réduction de $0^{div},7$, a fourni les résultats suivants :

» Après une heure de respiration du chloroforme, réduction égale $0^{div},8$ (anesthésie incomplète).

» Après trois heures, réduction égale $1^{div},5$ (anesthésie complète).

» Après sept heures, réduction égale $1^{div},6$.

» Si de la réduction moyenne correspondant à $1^{div},3$, fournie par 25^{cc} de sang d'un animal anesthésié, nous retranchons la réduction normale égale $0^{div},6$, nous aurons, pour l'oxyde de carbone provenant du chloroforme et fixé par 100^{cc} de sang, une réduction de $(1,3-0,6)\times 4 = 2^{div},8$. Or 1^{cc} d'oxyde de carbone correspond à $5^{div},4$ du grisoumètre. La réduction observée pour 100^{cc} de sang est donc due à $\frac{2,8}{5,4} = 0^{cc},52$ d'oxyde de carbone. C'est, d'après M. Gréhant, la quantité de ce gaz fixée par 100^{cc} du sang

(¹) N. Gréhant, *Comptes rendus*, 8 novembre 1897.

d'un chien respirant, pendant une demi-heure, un mélange d'oxyde de carbone et d'air à $\frac{1}{10000}$ (1).

» Si l'on rapporte les résultats précédents à un homme pesant 65kg qui a 5lit de sang, comparaison autorisée par la plus grande alcalinité du sang humain, on trouve qu'une anesthésie, entretenue pendant deux heures environ, comme il arrive dans certains cas, peut donner naissance à $0^{cc},52 \times 50 = 26^{cc}$ d'oxyde de carbone. On doit se demander si cette faible proportion de gaz toxique peut être une cause de troubles pour l'organisme. Les recherches de M. Gréhant permettent de l'affirmer. Elles démontrent, en effet, que la capacité respiratoire, définie par le volume d'oxygène que 100vol de sang peuvent absorber, se trouve très sensiblement affaiblie dans une atmosphère ne renfermant qu'un dix-millième d'oxyde de carbone.

» Pour prévenir une objection capitale, nous nous sommes assurés que l'eau chloroformée, soumise aux mêmes manipulations préparatoires que le sang analysé, ne donne aucune réduction au grisoumètre. »

PATHOLOGIE. — *Sur quelques résultats comparatifs des méthodes cliniques ordinaires et de l'examen fluoroscopique dans les épanchements pleurétiques.* Note de MM. **Bergonié** et **Carrière**, présentée par M. Bouchard.

« Comme suite à une Note précédente de l'un de nous (2), confirmant le Travail du professeur Bouchard sur l'examen fluoroscopique des lésions intra-thoraciques, nous venons apporter le résumé d'une nouvelle étude dans laquelle nous avons essayé de mettre en regard les méthodes ordinaires utilisées en clinique (percussion, auscultation, etc.) et l'examen sur l'écran fluoroscopique de l'ombre portée par le thorax placé entre un tube produisant les rayons X et cet écran.

» Voici comment nous avons procédé :

» Les examens clinique et fluoroscopique ont été toujours faits à quelques minutes d'intervalle; l'examen clinique précédant l'examen radioscopique et ses résultats étant aussitôt inscrits. Le malade était examiné dans les mêmes positions, assis ou couché, sur le même lit, choisi très transparent aux rayons X.

» Pendant l'examen clinique, les zones de matité étaient limitées suivant le procédé

(1) Gréhant, *Les gaz du sang*, p. 109.
(2) Bergonié, *Comptes rendus*, 7 janvier 1897.

indiqué par l'un de nous ([1]), d'abord au crayon dermographique, puis par un fil de plomb épousant le trait du crayon et maintenu au moyen d'un peu de collodion étendu au pinceau; on peut, par ce moyen, constater facilement la coïncidence ou la non-coïncidence des limites des zones d'opacité et de matité.

» Pendant l'examen fluoroscopique, on a essayé d'éviter de nombreuses causes d'erreur, notamment celles provenant : 1° de la position du tube par rapport à l'épanchement; 2° de la distance du tube au thorax; 3° de la non-perpendicularité de l'écran à l'axe du faisceau divergent émané du tube; 4° de l'emploi d'un tube à plusieurs foyers ou sans foyer proprement dit.

» On se mettait d'ailleurs dans les meilleures conditions en se servant de tubes neufs, peu résistants, ne devant faire qu'un court usage et fortement poussés, en conséquence, au moyen d'une très forte bobine.

» Chacun de nos malades était examiné dans au moins quatre positions successives :

» Tube en avant, tube en arrière, le malade étant assis; puis le malade étant successivement dans le décubitus dorsal et le décubitus ventral, le tube étant placé sous le lit; enfin, on a souvent ajouté l'examen dans le décubitus latéral droit et gauche, le tube étant placé parallèlement au plan du lit.

» Nos observations ont été faites sur onze malades portant des épanchements pleurétiques. Cinq de ces malades avaient leur épanchement à gauche, cinq l'avaient à droite et le onzième avait un épanchement pleurétique double.

» Voici le résumé des principaux résultats auxquels ces observations ont donné lieu :

» 1° La coïncidence des lignes d'opacité et de matité a été le plus souvent constatée; la non-coïncidence l'a été, notamment dans deux cas où l'on a retrouvé à l'autopsie des adhérences de la plèvre. Dans la deuxième observation l'épanchement aurait pu être méconnu par les méthodes cliniques, en particulier à cause de l'absence du signe du sou, auquel le professeur Pitres attache une valeur pathognomonique. L'examen fluoroscopique nous a permis de le déceler; l'adhérence du poumon à la face antérieure de la cage thoracique, constatée plus tard *de visu*, explique, nous semble-t-il, cette anomalie.

» 2° Nous avons pu voir nettement le déplacement du liquide : 1° avec les positions données au malade; 2° avec les mouvements du diaphragme. Nous n'avons pu noter aucun mouvement du liquide par la succussion hippocratique.

» 3° Les épanchements purulents nous ont paru d'une opacité moins intense que les épanchements séreux.

» 4° Nous avons observé trois fois les mouvements d'une zone opaque

---

([1]) Bergonié, *Ibid.*

au niveau du médiastin pendant les mouvements respiratoires et dans les épanchements gauches.

» 5° Bien qu'ayant noté des mouvements du cœur pendant la respiration et une fois des mouvements du cœur se transmettant à la masse liquide, l'examen fluoroscopique nous a paru insuffisant pour étudier les déplacements de ce viscère.

» 6° Il nous a paru, au contraire, de la plus grande importance pour donner des renseignements sur l'état du poumon au-dessus de l'épanchement. Il complète les schémas de Grancher, permet de déceler les lésions bacillaires peu perceptibles aux moyens cliniques ordinaires et a une haute valeur pronostique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Antagonisme entre le venin des* Vespidæ *et celui de la vipère : le premier vaccine contre le second.* Note de M. **C. Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Le venin des hyménoptères a été étudié par divers observateurs, entre autres P. Bert, Carlet, Bordas, Langer. D'après P. Bert et Cloëz, le venin de l'abeille xylocope devrait son activité à la présence d'une base organique unie à un acide fixe inconnu, non volatil. D'après Langer, dans le venin d'abeille on trouve une petite quantité d'acide formique, mais la substance toxique serait un alcaloïde qui résiste à la chaleur et à la congélation, de même qu'à l'action des acides.

» S'il existe un désaccord au sujet de la composition chimique, il n'en est pas de même en ce qui concerne l'action physiologique. P. Bert, ayant fait piquer des moineaux par l'abeille xylocope, les a vus mourir par arrêt de la respiration, en paralysie complète. Récemment, Langer, par l'inoculation de venin d'abeille, a tué des lapins et des chiens avec des symptômes analogues à ceux de l'envenimation vipérique.

» C'est précisément au point de vue des rapports qui peuvent exister entre le venin de frelon et celui de vipère que je me suis placé, et j'ai recherché si le premier ne posséderait pas de propriétés immunisantes vis-à-vis du second. Les résultats que je vais exposer confirment pleinement ces prévisions.

» Les expériences ont été exécutées avec une solution préparée de la manière suivante : 45 gros frelons (V. *crabro*) ont été immergés dans 40^{cc} de glycérine dans laquelle ils ont macéré pendant quelques jours.

» Dans ce même liquide, on avait également plongé un certain nombre de guêpes communes (1). Évidemment, d'autres substances que le venin ont pu diffuser dans la glycérine, mais cela n'a pas influencé les résultats, du moins au point de vue de l'immunisation contre le venin de vipère, car le liquide clair et acide retiré de la vésicule à venin des frelons a produit les mêmes effets que le liquide de macération. De même que le venin vésiculaire, le suc glycériné rougit fortement le papier bleu de tournesol. Il a une odeur complexe forte et piquante, rappelant, surtout s'il a été chauffé, celle de l'acide formique. Ce n'est pas d'ailleurs un acide minéral, car il n'en possède aucune des réactions et l'odeur de rhum qu'il développe, quand on le fait bouillir avec un peu d'acide sulfurique et d'alcool, montre que l'on a vraisemblablement affaire à l'acide formique.

» *Action physiologique.* — Le venin retiré des vésicules de quinze frelons, inoculé dans la cuisse d'un cobaye, a déterminé un abaissement de température de 4° qui a duré trente-six heures. Au point d'inoculation, il s'est produit de la rougeur et de l'œdème qui a gagné l'abdomen et s'est terminé par une mortification de la peau. Dans une expérience parallèle où la même dose de venin avait été chauffée à 80°, pendant vingt minutes, il n'y a eu aucun accident général et l'action locale s'est traduite par un gonflement faible et passager.

» Si, au lieu du liquide retiré de la vésicule à venin des frelons, on inocule, à la dose relativement faible de 1^{cc} à 3^{cc}, la macération glycérinée, on ne détermine pas de trouble appréciable, en dehors d'un œdème local qui généralement disparaît assez vite. Cependant l'organisme des animaux qui ont reçu ce venin de frelons a subi des modifications telles qu'elles le mettent en état de résister, et c'est là le fait important sur lequel je désire attirer l'attention, à une intoxication ultérieure par le venin de vipère. Cette résistance est telle qu'un cobaye ainsi immunisé peut supporter, sans le moindre danger, une dose de venin de vipère capable de tuer un témoin en quatre à cinq heures. La durée et l'intensité de cette immunisation varient suivant la dose du venin de frelons. Le cobaye qui a reçu le liquide provenant des vésicules à venin de 15 frelons a parfaitement résisté, au bout d'un mois, à l'inoculation d'épreuve; celui qui a reçu 2^{cc} de suc glycériné était encore très bien vacciné au bout de onze jours; chez celui qui n'a reçu que 1^{cc}, l'immunité commençait à s'affaiblir vers le cinquième jour; enfin, le cobaye auquel on a injecté $0^{cc},5$ seulement n'est pas du tout vacciné.

» Le venin de frelons possède aussi une légère action antitoxique contre le venin de vipère; inoculé en même temps que ce dernier, il retarde considérablement la mort.

» Quelle est la nature de la substance qui, dans ce mélange complexe,

---

(1) Je dois les matériaux de cette étude à l'obligeance de M. le professeur J. Courmont, de Lyon, auquel j'adresse mes sincères remercîments.

immunise contre le venin de vipère? J'ai essayé de la déterminer en faisant les expériences suivantes :

» 1° Du venin de frelons, chauffé à 80°, 100° et 120° pendant vingt minutes, a été inoculé à des cobayes. Après quarante-huit heures, tous ces animaux ont résisté à l'envenimation vipérique.

» 2° Du venin de frelons, filtré sur porcelaine et inoculé préventivement à la dose de $3^{cc},5$, n'empêche pas la mort par le venin de vipère, mais la retarde beaucoup.

» 3° Le précipité alcoolique de venin de frelons ne produit aucun accident et ne possède aucune action immunisante contre le venin de vipère.

» 4° L'extrait alcoolique, au contraire, détermine un œdème accentué et vaccine contre le venin de vipère. Agité avec du chloroforme, il cède à ce dernier une grande partie de la substance immunisante.

» La recherche des alcaloïdes dans l'extrait chloroformique a donné des résultats négatifs.

» En résumé, il existe dans le venin de frelons une substance qui a la propriété d'immuniser les animaux contre le venin de vipère. Cette substance n'est pas détruite par un chauffage à 120°; elle est en partie retenue par le filtre; elle est soluble dans l'alcool; ce n'est pas une matière albuminoïde; ce n'est pas non plus un alcaloïde; la connaissance de sa véritable nature exige de nouvelles recherches [1]. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Perméabilité des troncs d'arbres aux gaz atmosphériques.* Note de M. **Henri Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier [2].

« On peut se demander comment, en considérant les troncs des grands arbres de nos forêts, les gaz de l'air peuvent circuler assez facilement à travers leur écorce pour satisfaire aux besoins respiratoires de leurs tissus vivants périphériques. Je me suis proposé, dans la présente Note, d'exposer les résultats des recherches que j'ai faites, à ce sujet, sur les arbres de la

---

(1) Je fais appel à l'obligeance des naturalistes pour qu'ils m'envoient des frelons, des guêpes ou des abeilles, soit vivants, soit noyés dans leur volume de glycérine pure, ou dans l'alcool. Ces insectes se capturent facilement au moyen d'un flacon dans le fond duquel on met un liquide sucré.

(2) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

forêt de Fontainebleau, grâce aux ressources précieuses que m'offrait le Laboratoire de Physiologie végétale, dirigé par M. Gaston Bonnier.

» Les troncs d'un grand nombre d'arbres portent des lenticelles à leur surface. Ces petits organes existent aussi de très bonne heure sur les branches, et la plupart des auteurs s'accordent à regarder ces lenticelles comme des pores respiratoires. Lorsqu'en effet on envoie de l'air comprimé dans une branche d'arbre, plongée sous l'eau, on voit ordinairement sortir des bulles par les lenticelles. Le premier objet des recherches à faire devait donc être aussi la perméabilité des lenticelles des gros troncs aux gaz atmosphériques. Aucun auteur ne me semble avoir entrepris ces recherches, sans doute à cause des difficultés particulières occasionnées par les dimensions même des sujets d'étude. Mais j'ai pu employer une autre méthode qui m'a permis de faire des observations tout à fait analogues.

» *Méthode*. — Au lieu de comprimer l'air contenu dans l'intérieur de la plante, on peut diminuer la pression extérieure. Le résultat final est le même : l'air intérieur tend à sortir par toutes les ouvertures qui existent. On commence par choisir un tronc d'arbre à surface assez unie pour qu'on puisse y appliquer un petit entonnoir par sa large ouverture. Les bords de cet entonnoir sont mastiqués avec soin sur l'arbre avec de la cire molle. On ménage ainsi une petite portion d'écorce dans un espace clos que l'on remplit d'eau par un petit artifice facile à imaginer. Par le tube de l'entonnoir, on peut dès lors établir une dépression, et l'on voit aussitôt des bulles se former sur l'écorce. Parmi ces bulles on en voit qui se détachent régulièrement du même point; elles représentent l'air qui provient de l'intérieur de la plante, et le point d'où elles s'échappent est toujours une lenticelle.

» *Résultats*. — Des troncs de Hêtre (*Fagus silvatica*) ayant une circonférence variant de 1^m à 2^m dégagent des bulles par beaucoup de lenticelles. Ces bulles sont très petites et abondantes seulement pour de fortes dépressions. Mais celles que dégage une même branche par l'air fortement comprimé sont encore moins fréquentes, de sorte que l'on peut affirmer que les lenticelles du tronc du Hêtre sont au moins aussi perméables que celles des rameaux. Le tronc de Charme (*Carpinus Betulus*) présente une porosité semblable. Pour le Marronnier (*Æsculus Hippocastanum*) elle est un peu plus forte; ainsi, sur un tronc de $1^m,73$ de tour, on voyait les bulles se dégager dès que la dépression atteignait -6^{mm} de mercure. Les lenticelles des troncs de Tilleul (*Tilia silvestris*), de Robinier (*Robinia Pseudacacia*), de Châtaignier (*Castanea vulgaris*) donnent encore plus facilement des bulles (pour -5^{mm} à -3^{mm}). Le Bouleau (*Betula alba*) semble être l'arbre chez lequel la porosité lenticellaire est le plus remarquable, du moins parmi les espèces que j'ai étudiées. Toutes les lenticelles de cet arbre dégagent de grosses bulles, assez fréquentes, dès que la dépression dépasse -2^{mm} à -3^{mm} de mercure (observations faites sur des troncs de 32^{cm} à 71^{cm} de circonférence).

» Pour tous ces arbres, mais surtout pour les derniers, on peut admettre que les échanges respiratoires se font en bonne partie à travers les lenticelles, puisque celles-ci sont ouvertes. Il n'en est plus tout à fait de même pour les plantes suivantes :

» L'Aune (*Alnus glutinosa*) possède de belles lenticelles souvent très proéminentes. Mais il ne faudrait pas juger de leur porosité d'après leur développement, car on trouve des surfaces notables où les lenticelles sont closes pour la plupart; tandis qu'ailleurs, sur d'autres arbres, elles sont toutes ouvertes et donnent facilement des bulles. Les menues branches de cet arbre possèdent aussi des lenticelles qui se montrent, les unes ouvertes, les autres, plus nombreuses, fermées, quelles que soient les différences de pressions employées (air comprimé jusqu'à 2 atmosphères. Un Érable (*Acer Pseudo-platanus*) m'a donné des résultats semblables. Mais j'ai rencontré deux arbres pour lesquels l'imperméabilité des lenticelles a été tout à fait complète. Chez l'Épicéa (*Picea excelsa*) et le Peuplier blanc (*Populus alba*) des lenticelles très développées couvraient l'écorce. Néanmoins, je n'ai pu obtenir aucune bulle, même pour de fortes dépressions (-400^{mm} à -500^{mm}) dans aucun des essais multiples que j'ai effectués.

» En revanche, dès que l'écorce était artificiellement blessée, au moins chez le Peuplier, il sortait de grosses bulles en abondance. Les échanges gazeux de ces arbres ne peuvent donc se faire par les lenticelles ni par aucune autre ouverture que puisse dévoiler la méthode d'expérimentation. Il faut admettre pour ces arbres un autre mode d'échanges [1].

» *Rôle des lichens.* — On considère parfois les lichens qui croissent sur les troncs des arbres comme pouvant gêner ou même entraver partiellement la respiration des tissus vivants qu'ils recouvrent, et par conséquent nuire à la végétation de l'arbre tout entier. *A priori*, il n'y a là rien d'impossible, car certains lichens forment des croûtes intimement appliquées sur le tronc, recouvrant de grandes surfaces et cachant les lenticelles. Tel est, en particulier, le *Pertusaria communis*, que j'ai souvent rencontré sur les troncs étudiés, et qui pourrait servir de type parmi les lichens crustacés. Je me suis attaché à examiner si des bulles se dégagent des régions couvertes par ce lichen, et j'ai vu qu'il en sortait en effet. On voit quelquefois un filet de bulles fines sortir d'un point du lichen; plus souvent ce sont des bulles plus grosses qui s'en détachent de temps à autre. Ce point est souvent une petite éminence et manifeste ainsi clairement le relief de la lenticelle cachée sous le lichen. Cette lenticelle était donc ouverte.

---

(1) Il est possible que la fermeture des lenticelles ne soit pas continuelle sur le tronc, car j'ai trouvé sur les branches de Peuplier quelques lenticelles faiblement ouvertes. Néanmoins, pour ces sujets et pour cette époque de l'année (octobre), il existait nécessairement un autre échange respiratoire que par les lenticelles, puisque les plantes étaient vivantes.

» *Conclusions.* — 1° Les lenticelles des gros troncs d'arbres sont ordinairement aussi largement ouvertes que celles des rameaux, parfois plus ouvertes. Elles remplissent probablement le même rôle dans les échanges gazeux.

» 2° Chez quelques arbres, les lenticelles, même bien développées, sont fermées au moins pour l'époque considérée. Quand elles le sont toutes (*Picea*, *Populus alba*), il faut admettre nécessairement que la respiration s'opère par des échanges gazeux différents de ceux qui se produisent à travers les lenticelles.

» 3° Les lichens crustacés appliqués sur beaucoup d'écorces ne ferment pas sensiblement les lenticelles naturellement ouvertes et ne peuvent entraver sérieusement les échanges gazeux qui s'opèrent par cette voie. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie des Châtaignes.* Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« Cette maladie est connue depuis longtemps. Olivier de Serres, en 1600, disait déjà que, pour les conserver saines, il fallait sécher les Châtaignes à la fumée, puis les décortiquer, et qu'on les gardait ainsi, « sans crainte de la pourriture, jusques aux nouvelles ». Duhamel du Monceau disait aussi, en 1755, que « si l'on ne les boucanoit pas, elles » germeroient ou se moisiroient ». On a pu remarquer aisément, du reste, que le nombre des Châtaignes malades augmente avec la durée de leur conservation. Et pourtant, dans les circonstances ordinaires, le tégument externe du fruit n'indique pas que la masse cotylédonaire interne soit malade, alors que, décortiquée, celle-ci apparaît partiellement ou entièrement noircie. Comment s'est donc introduit le Champignon destructeur? On sait que la Châtaigne est quelquefois attaquée par la larve d'une Pyrale, qui en perfore le tégument externe et qui en ronge les cotylédons. Mais ce n'est pas là ce qui favorise l'introduction de ce Champignon, car beaucoup de Châtaignes, respectées par cette larve, n'en sont pas moins malades. Voici, en effet, ce qui me paraît expliquer les diverses phases de cette maladie.

» J'ai pu noter, cette année, que toutes nos Amentacées, et, en particulier, les Cupulifères, étaient plus ou moins attaquées par le *Pseudocommis Vitis* Debray. Or le Châtaignier est très sensible à ces attaques : les feuilles, les jeunes rameaux, par suite de la contamination aérienne,

résultant du transport par les vents, sur les arbres, des kystes ou des plasmodes microscopiques de ce Myxomycète, peuvent être envahis. Les enveloppes involucrales échinulées du fruit, avant sa maturité, sont exposées à être également attaquées. Dans ce cas, les plasmodes traversent cet involucre, ainsi que le tégument externe de la Châtaigne, et s'arrêtent d'abord dans la membrane interne, où ils forment d'ordinaire une petite tache d'un brun noirâtre. Si l'année a été très humide, ce qui favorise la production et la dissémination des kystes du *Pseudocommis*, les Châtaignes se trouvent sujettes en plus grand nombre à ses attaques que dans les années sèches.

» Lorsque les Châtaignes, ainsi intérieurement attaquées, sont recueillies et mises en sacs, et qu'une certaine humidité les pénètre, les plasmodes qui tachent la membrane interne du fruit s'insinuent dans la masse cotylédonaire sous-jacente et commencent par s'étaler à la surface de ce tissu rempli de grains de fécule, qui prend une teinte d'un brun noirâtre. Ensuite le parasite s'enfonce peu à peu plus profondément, et les cellules envahies se colorent en brun jaunâtre. Il peut se faire que le fruit reste seulement attaqué par le *Pseudocommis;* mais il se produit le plus souvent alors un phénomène assez curieux. Lorsque les Châtaignes ont absorbé trop d'humidité, leur tégument externe se ternit et livre passage aux filaments mycéliens d'une Moisissure bleuâtre, l'*Aspergillus glaucus,* qui pénètrent et se glissent dans les plissements de la membrane interne : ils s'y développent à peine quand le fruit est sain; mais, lorsqu'ils rencontrent les parties attaquées par le *Pseudocommis,* ils s'en emparent et se substituent à lui dans le tissu malade, dont ils achèvent la destruction.

» Ce double envahissement étant favorisé par l'excès d'humidité et retardé, au contraire, par la sécheresse, il en résulte que, pour la bonne garde des Châtaignes, leur conservation, déjà préconisée, dans des endroits secs est de première nécessité. Toutefois, comme il est à peu près impossible d'empêcher la maladie de suivre son cours, en raison de l'humidité ordinaire de la saison, si l'on veut surtout conserver ces fruits au delà de l'hiver, pour la consommation annuelle, il conviendra de recourir à l'emploi du procédé indiqué par Olivier de Serres et Duhamel, mais à la condition d'en faire usage aussitôt après la récolte. »

PÉTROGRAPHIE. — *Caractéristiques d'un charbon à gaz, trouvé dans le Northem coal field de la Nouvelle-Galles du Sud.* Note de M. C.-Eg. Bertrand.

« Le charbon à gaz rencontré dans le Northem coal field de la Nouvelle-Galles diffère profondément du kerosene shale reconnu dans les autres gisements. Malgré le grand nombre des *Reinschia* qu'il contient encore, ce charbon ne mérite plus l'appellation de *charbon d'algues*, car la gélose n'intervient dans son volume que pour une proportion moyenne de 0,012, et pour 0,024 là où elle est la plus abondante.

» Les thalles de Reinschia sont fortement contractés, souvent pliés en deux. Leur gélose est fortement cannelée. Les cannelures agrandies sont injectées de gelée brune; elles contiennent quelques micrococcoïdes.

» Il y a 2080 thalles de Reinschia par millimètre cube. Leur coefficient vertical est 0,054, leur coefficient horizontal est 0,056. Il y a 26 rangées de thalles dans un millimètre de hauteur. Le pourcentage des thalles est donné par le Tableau suivant :

Thalles jeunes, 78, savoir :

44 moyens :	9 jeunes,	13 très jeunes,	22 extrêmement jeunes.
22 plats :	5 jeunes,	7 très jeunes,	10 extrêmement jeunes.
12 cérébriformes :	3 jeunes,	4 très jeunes,	5 extrêmement jeunes.

Thalles adultes, 22, savoir :

12,2 moyens :	10 adultes,	2 avancés,	0,2 vieux.
6,5 plats :	6 adultes,	0,4 avancés,	0,1 vieux.
3,3 cérébriformes :	3 adultes,	0,2 avancés,	0,1 vieux.

» Il y a quelques thalles gommeux et quelques thalles résinoïdes.

» La matière cellulosique, non humifiée, provenant des spores et du pollen, forme 0,021 du volume du charbon. Sur ce nombre 0,013 reviennent au pollen et 0,008 aux spores. Il y a 896 spores et 21600 grains de pollen par millimètre cube. On compte 54 rangées de pollen sur un millimètre de hauteur, et 20 grains sur un millimètre de longueur horizontale. Le coefficient vertical du pollen est 0,039; celui des spores 0,017. Les grains de pollen forment souvent des groupes ou petits amas. Les spores et le pollen sont incomplètement affaissés, ouverts, et comblés par la gelée brune fondamentale.

» La gelée brune fondamentale est abondante, fortement colorée, concrétionnée et déchirée en réseau. Il n'y a pas d'exsudation. Cette gelée est

fortement chargée de bactérioïdes. Ces corps sont ici de petites sphères pleines, simples ou couplées, jaune pâle, très réfringentes.

» Les menus débris végétaux humifiés sont abondants; beaucoup ont condensé le bitume par imbibition. Un petit nombre sont à la fois imbibés et injectés. Les lames fusinifiées sont rares.

» La matière dominante du charbon à gaz du Northem coal field est le bitume. Il s'agit d'un bitume fortement coloré, condensé comme celui du kerosene shale de la *Jenolan shale C°* de Capertree. Ce bitume a pénétré tardivement, à la manière d'une injection fine, dans les mailles du réseau formé par la gelée humique déchirée. Le bitume emplit massivement quelques grandes fentes horizontales tardives.

» Les corps jaunes de ce charbon sont de quatre sortes : 1° Les thalles de *Reinschia australis*, 2° la trame du *Bretonia*, 3° les spores et le pollen, 4° quelques lames cuticulaires.

» Le *Reinschia australis* reste le fossile caractéristique de ce charbon. La présence de cet être montre que le charbon du Northem coal field est intimement lié au kerosene shale. Les *Reinschia* sont accompagnés par quelques lambeaux très contractés de l'être que j'ai nommé *Bretonia*.

» Le charbon à gaz du Northem coal field ne contient aucune parcelle clastique. La calcite tardive y forme de gros amas transparents. La pyrite y est uniformément répartie en très petits cristaux.

» C'est au toit du kerosene shale d'Hartley que le charbon du Northem coal field ressemble le plus comme mode de formation. Il est moins chargé en lames fusinifiées et en matières minérales tardives. Inversement, il est beaucoup plus riche en pollen, en spores et en bitume. Une abondante précipitation de gelée brune a englobé des spores, du pollen, des fleurs d'eau, de menus débris très nombreux. Après sa prise en masse, la matière s'est déchirée en un réseau que le bitume a injecté abondamment.

» Le facies macroscopique du charbon à gaz du Northem coal field se rapproche de celui du cannel noir d'Écosse. Il montre des fentes verticales de retrait et des filets de bitume fortement craquelé [1]. »

---

(1) Je dois la communication de ce très intéressant échantillon à M. le Dr R. Etheridge du *Geological Survey*, de Sydney.

PALÉONTOLOGIE : — *Sur la faune du gisement sidérolithique éocène de Lissieu (Rhône).* Note de MM. **Ernest Chantre** et **C. Gaillard**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Comme le constatait, dès 1861, le savant paléontologiste Jourdan [1], le phénomène sidérolithique ne s'est pas produit uniquement pendant une courte période géologique et sur quelques points limités. Les diverses observations et les découvertes faites depuis ont montré l'étendue assez grande de cette formation et fixé sa durée qui va, dans l'état actuel de nos connaissances, de l'Éocène moyen au Quaternaire.

» Dans le Mont-d'Or lyonnais, le gisement sidérolithique le plus ancien et le plus riche en ossements de Mammifères est celui de Lissieu de l'Éocène moyen, qui a donné d'intéressants fossiles.

» Depuis de nombreuses années, le Muséum de Lyon récolte dans ce gisement des dents et des os de membres en grande quantité. Outre les genres déjà signalés, tels que Lophiodon, Paloplotherium, Propalæotherium, Anchilophus, Dichobune [2], etc., nous pouvons mentionner, pour les Carnassiers, une *Proviverra* très voisine de la *P. typica* Rütimeyer, du bohnerz d'Egerkingen.

» Parmi les Pachydermes artiodactyles, il faut citer deux espèces du genre Hyopotamus ou Ancodus, le *H. Gresslyi* Rütimeyer et le *H. Renevieri* Pictet, des phosphorites du Quercy et de l'Éocène de la Suisse.

» Plusieurs molaires supérieures d'un petit Ruminant paraissent se rapporter au *Tetraselenodon Kowalevski* Schlosser, des mêmes gisements.

» Enfin le groupe des Lémuriens, non encore signalé à Lissieu, y est représenté par une mandibule d'une très petite espèce de *Necrolemur*, voisine par la taille du *N. Zitteli* Schlosser, d'Egerkingen, et du *N. parvulus* Filhol, des phosphorites du Quercy.

» *Necrolemur Filholi* nov. sp. — L'espèce est basée sur une molaire isolée et une mandibule gauche. Cette mandibule est intacte dans sa partie antérieure; elle porte en place la quatrième prémolaire et les trois arrière-molaires; en avant, on voit les alvéoles des trois premières prémolaires et le grand alvéole de la canine.

---

(1) Jourdan, *Des terrains sidérolithiques* (*Comptes rendus*, 1861).

(2) Depéret, *Sur un gisement sidérolithique de Mammifères de l'Éocène moyen à Lissieu* (*Comptes rendus*, 1894).

» Le *N. Filholi* se distingue du *N. parvulus* par sa plus grande taille, par sa première molaire plus forte que la seconde, par sa première prémolaire placée en dehors de la série dentaire et enfin par la hauteur de la mandibule plus grande en avant qu'en arrière, tandis que chez le *N. parvulus* c'est le contraire qui existe et paraît indiquer pour celui-ci un caractère moins pithécien.

» Le *N. Filholi,* plus voisin du *N. Zitteli,* se différencie également de ce dernier par ses arrière-molaires dont la troisième porte un fort talon qui fait défaut ou bien est très réduit dans l'espèce d'Egerkingen. La première arrière-molaire, plus grande que la seconde, distingue aussi nettement le *Necrolemur* de Lissieu du *N. Zitteli.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Détermination mécanique de la direction moyenne du vent.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Radau.

« La détermination de la direction moyenne du vent par la formule de Lambert exige des calculs fort longs. On peut les éviter et trouver immédiatement cette direction moyenne en faisant usage d'un appareil très simple.

» Il consiste essentiellement en une roue pouvant tourner librement autour d'un axe horizontal passant par son centre. Cette roue est munie, à son pourtour, de petites tiges horizontales équidistantes, au nombre de seize par exemple, correspondant aux seize directions principales du vent.

» Si l'on suspend à chacune de ces tiges un poids proportionnel au nombre d'observations du vent correspondant, le système prendra une certaine position d'équilibre, telle que le point le plus bas du disque indiquera précisément la direction moyenne cherchée. Il suffit, pour s'en rendre compte, d'écrire que la somme des moments des forces de pesanteur par rapport à l'axe est nulle. Soient p l'un des poids et α l'angle avec la verticale dirigée vers le bas, on a

$$\Sigma p \sin\alpha = 0.$$

» Habituellement, on considère des vecteurs concourants, proportionnels aux nombres d'observations, et c'est leur résultante, donnée par la formule de Lambert, qui détermine la direction moyenne. En appelant α l'angle de l'un d'eux avec la résultante, p sa longueur, et écrivant que la somme des projections sur une perpendiculaire à la résultante est nulle, on obtient la même équation que précédemment. Par conséquent, la verticale indique bien, dans la position d'équilibre de la roue, la direction moyenne telle que la donne la formule de Lambert.

» Si l'on veut tenir compte, non seulement de la fréquence de chaque vent, mais aussi de son intensité, il suffit de modifier, d'une façon correspondante, les poids employés.

» L'appareil peut être complété par une alidade bien équilibrée, munie elle-même, à son extrémité, d'une petite tige horizontale. La direction moyenne une fois connue, on assujettit l'alidade dans le sens opposé et l'on y suspend des poids jusqu'à obtenir l'équilibre indifférent. En donnant à l'alidade une longueur convenable on peut déterminer ainsi directement ce qu'on appelle la *valeur relative* de la résultante, qui donne une mesure de la variabilité du vent pendant la période considérée. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 décembre 1897.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Décembre 1897. T. XII. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 fasc. in-8.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Novembre 1897. Paris, 1 vol. in-4°.

Les manuscrits de Léonard de Vinci, de la Bibliothèque royale de Windsor. De l'Anatomie. Feuillets A. Publiés par Théodore Sabachnikoff, avec traduction en langue française, transcrits et annotés par Giovanni Piumats. Précédés d'une étude par Mathias-Duval. Paris, Ed. Rouveyre, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

Souvenirs entomologiques (cinquième Série). *Études sur l'instinct et les mœurs des Insectes,* par J.-H. Fabre. Paris, Ch. Delagrave; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Blanchard.)

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Inventaire général des

richesses d'art de la France. Archives du Musée des monuments français. Troisième Partie. Paris, Plon, Nourrit et Cie, 1897; 1 vol. in-4°.

Toxicologie africaine, par A.-T. DE ROCHEBRUNE, Docteur en Médecine, Assistant au Muséum, etc. Précédée d'une préface de M. le Professeur BROUARDEL, Membre de l'Institut. 5e fasc. Paris, O. Doin, 1897; 1 vol. in-8°.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef: MM. BOULE et VERNEAU. 1897. Tome VIII. N° 5. Septembre-octobre. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

L'Intermédiaire des Biologistes, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie. Directeur: ALFRED BINET. Directeur adjoint: VICTOR HENRI. Nos 1 à 3. Paris, C. Reinwald; 3 fasc. in-8°.

Sur le phénomène de suspension et de subdivision des îles dans le golfe du Phalère. Etude du barographe à siphon (Richard). Sur la caléfaction des liquides, par CONSTANTIN MALTÉZOS, Chef de la Section météorologique à l'observatoire d'Athènes. Athènes, 1897; 1 broch. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Archives du Musée Teyler. Série II, Vol. V. Troisième Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 15 novembre 1897.)

Page 799, ligne 4, *au lieu de* RODIER, *lisez* RODIES.

(Séance du 29 novembre 1897.)

Note de M. *R. Swyngedauw,* Sur les potentiels explosifs, etc. :

Page 864, ligne 11 en remontant, *au lieu de* compliquée, *lisez* expliquée.

Note de M. *Burcker,* Sur le Rouget de l'homme :

Page 880, lignes 15 et 16, *au lieu de* orteils, *lisez* articles.

Page 900, dernière ligne, *au lieu de* M. BLAIRE, *lisez* M. EDMOND BLAISE.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 DÉCEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite par l'Académie de M. **Ditte**, pour remplir la place laissée vacante dans la Section de Chimie par le décès de M. *Schützenberger*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Ditte** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Sur les travaux exécutés en 1897 à l'observatoire du mont Blanc;* par M. J. Janssen.

« Les travaux exécutés cette année à l'observatoire du mont Blanc se rapportent principalement à la détermination de la constante solaire.

» Déjà l'année passée, M. Crova, à ma demande, avait bien voulu venir à Chamonix et s'occuper de cette importante question.

» Le temps n'avait pas favorisé nos études. Néanmoins, notre savant Correspondant avait cru pouvoir conclure de ses observations à Chamonix et aux Grands-Mulets une constante d'une valeur d'environ 3 unités.

» Cette année on a pu aller plus loin, malgré la persistance du temps orageux pendant la durée de l'été presque entier.

» On sait que ces conditions météorologiques ont affecté à peu près toute l'Europe centrale.

» Néanmoins, au commencement de l'automne, nous avons eu quelques beaux jours, dont nous avons immédiatement profité.

» Pour cette détermination délicate, j'ai choisi un jeune savant russe, de bel avenir, M. Hansky, qui est en ce moment attaché en qualité d'élève étranger à l'observatoire de Meudon et qui était préparé à ces études.

» J'aurais désiré monter moi-même au mont Blanc, mais un grave accident à la jambe gauche, causé par une chute de nuit dans l'escalier de notre grande coupole, m'en a absolument empêché. Grâce aux soins excellents et à l'appareil que m'ont posé mes amis les Drs Duplay, Hénocque et Rochard, j'ai pu aller en civière à Chamonix et présider aux expéditions et observations.

» J'avais envoyé M. Hansky à Montpellier pour faire étalonner les instruments par M. Crova, qui voulut bien en outre lui en confier d'autres et venir ensuite lui-même à Chamonix.

» On voit, par la Note que MM. Crova et Hansky m'ont prié de remettre à l'Académie, et qui est insérée dans le numéro précédent, que M. Hansky a observé au Brévent, aux Grands-Mulets et enfin au sommet.

» Ces observations conduisent à une constante solaire dont la valeur serait d'environ 3,4, c'est-à-dire notablement plus grande que celle obtenue l'année passée.

» Cela ne m'étonne pas. Mes études sur les raies telluriques et l'ab-

sorption élective de l'atmosphère terrestre m'ont conduit depuis longtemps à penser qu'on n'avait pas tenu assez compte, dans les observations, de la complexité de la radiation solaire, de la variabilité si considérable des coefficients d'absorption des radiations dont elle est formée.

» Les radiations à grande et courte longueur d'onde subissent seules de grandes absorptions dans l'atmosphère. C'est le faisceau central, correspondant à la partie la plus lumineuse du spectre, qui se propage avec le moins de pertes relatives.

» Il en résulte que si l'on déduit, par le calcul, des transmissions observées pour de grandes épaisseurs atmosphériques, celle qui est relative à la direction zénithale, on sera conduit à attribuer à celle-ci une valeur beaucoup trop forte et par suite une valeur beaucoup trop faible à la radiation solaire relative aux limites de notre atmosphère, c'est-à-dire à la constante solaire. C'est en tenant compte de plus en plus exactement des absorptions qui ont lieu dans les hautes parties de l'atmosphère qu'on sera surtout conduit à la vraie valeur de la constante solaire.

» Puisque je parle des observations faites au mont Blanc, disons qu'après avoir rendu hommage à de Saussure, dont les observations remontent au siècle dernier et dont l'intérêt est surtout historique, il convient de citer celles de notre très éminent Confrère M. Violle, dont les belles observations, favorisées en outre par un beau ciel, l'ont conduit à porter cette constante de 1,763 à 2,54, ce qui constituait un progrès considérable.

» On sait que notre savant Correspondant M. Crova, qui s'est occupé pendant longtemps et si fructueusement de cette question, non seulement au point de vue astronomique, mais aussi sous le rapport de la Météorologie, lui a fait faire de nouveaux progrès.

» M. Savelief, à l'exemple de M. Crova et en se servant du principe de ses instruments, a été conduit à un chiffre très voisin de celui que nous venons d'obtenir au mont Blanc.

» Je suis persuadé qu'on sera conduit à augmenter encore cette valeur. Mais, au fur et à mesure qu'on étudie plus profondément la question, on constate la complexité des éléments qui y entrent. Indépendamment des propriétés des éléments de la radiation solaire, dans leurs rapports avec l'atmosphère, il existe d'autres causes perturbatrices. Par exemple, la présence de la vapeur d'eau portée accidentellement dans les hautes régions atmosphériques, celle des nuages de glace et des poussières de provenance végétale, mais surtout minérale.

» Pour la vapeur d'eau, le spectroscope peut nous donner de précieuses indications, en décelant la présence et l'importance des vapeurs aqueuses réparties dans la direction du rayon qu'il analyse; à l'égard des poussières et des cirrus, le polariscope si commode de M. Cornu a été employé avec succès.

» En résumé, on est conduit à faire les observations dans les conditions où l'atmosphère intervient aussi peu que possible, c'est-à-dire dans les hautes stations, en ballon même, si l'on peut munir ces engins d'appareils d'un fonctionnement assez sûr et assez précis pour qu'on puisse en déduire avec sécurité la valeur de la radiation solaire dans ces hautes régions de l'atmosphère.

» Mais, si les stations, comme celle du mont Blanc, n'offrent pas des hauteurs comparables à celles qu'un ballon peut atteindre, en revanche elles permettent l'emploi d'instruments et de méthodes plus précises et plus délicates.

» Sous ce rapport, l'observatoire du mont Blanc offre des ressources précieuses, et par sa hauteur, et surtout par son isolement au milieu des montagnes environnantes qu'il domine.

» Ce sont ces considérations qui m'ont engagé à faire faire ces observations à notre observatoire.

» Je m'en applaudis et remercie ici les savants qui ont bien voulu répondre avec tant d'empressement à mon appel.

» Je n'oublie pas non plus les généreux amis qui, pour l'érection de cet observatoire, m'ont donné leur concours pécuniaire ou personnel : MM. Bischoffsheim, prince Roland Bonaparte, baron Alphonse de Rothschild, comte Greffulhe, Édouard Delessert (notre Trésorier) et le si regretté Léon Say.

» Que ces Messieurs reçoivent ici, au nom de la Science, tous mes remercîments [1]. »

---

(1) On s'est occupé aussi, cette année, d'analyses d'air recueilli en divers points du massif et au sommet. Ces analyses, dont nous ferons connaître les résultats, sont confiées à notre Confrère, M. Müntz, si hautement compétent en ces matières.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes des intégrales doubles.* Note de M. H. POINCARÉ.

« Je considère l'intégrale double

$$J = \int\int \frac{P\,dx\,dy}{\sqrt{F - z}},$$

où P et F sont deux polynomes entiers en x et y, et où z est un paramètre arbitraire.

» Considérons, d'autre part, l'intégrale simple

$$j = \int \frac{P\,dx}{\left(\frac{dF}{dy}\right)}.$$

Dans cette intégrale simple, je suppose que y est lié à x par la relation algébrique

$$F = t,$$

où t est un autre paramètre arbitraire. Ainsi j est une intégrale abélienne relative à la courbe algébrique $F = t$.

» Soit ω une des périodes de j; cette période sera une fonction de t, et l'on sait que cette fonction ω satisfait à une équation différentielle linéaire dont les coefficients sont des polynomes entiers en t.

» Soit

$$\Sigma \Pi_k \frac{d^k \omega}{dt^k} = 0 \tag{1}$$

cette équation; Π_k est un polynôme entier en t.

» L'ordre de l'équation (1) sera égal au nombre des périodes, c'est-à-dire à $2p$, en appelant p le genre de la courbe $F = t$.

» Soient

$$t_1, \quad t_2, \quad \ldots, \quad t_q$$

les points singuliers de l'équation (1), c'est-à-dire les racines distinctes du polynome Π_{2p}.

» Alors les périodes Ω de l'intégrale J seront représentées par la for-

mule

$$\Omega = 2\int_{t_k}^{z} \frac{\omega\, dt}{\sqrt{t-z}}$$

» Il y a donc, en général, $2pq$ périodes Ω, puisque l'on peut prendre pour ω l'une des $2p$ périodes de j et pour t_k l'un des q points singuliers de (1).

» Nous devons dire également comment cette formule devrait être transformée si ω devenait infini pour $t = t_k$.

» Soient alors

$$v_1, \quad v_2, \quad \ldots, \quad v_{2p}$$

$2p$ intégrales de l'équation (1) qui deviennent

$$\lambda_1 v_1, \quad \lambda_2 v_2, \quad \ldots, \quad \lambda_{2p} v_{2p}$$

quand t tourne autour de t_k.

» Soit, dans le voisinage de l'origine O,

$$\omega = \alpha_1 v_1 + \alpha_2 v_2 + \ldots + \alpha_{2p} v_{2p}$$

les α étant des coefficients constants.

» On aura alors

$$\Omega = 2\int \left(\frac{\alpha_1 v_1}{1-\lambda_1} + \frac{\alpha_2 v_2}{1-\lambda_2} + \ldots + \frac{\alpha_{2p} v_{2p}}{1-\lambda_{2p}} \right) \frac{dt}{\sqrt{t-z}} - \int \frac{\omega\, dt}{\sqrt{t-z}},$$

la première intégrale étant prise le long d'un lacet partant de l'origine et y revenant après avoir entouré le point t_k, et la seconde le long d'un lacet partant de l'origine et y revenant après avoir entouré le point z.

» Il est clair que Ω est une fonction de z qui va satisfaire à une équation différentielle linéaire dont les coefficients sont des polynomes entiers en z. Soit

$$(2) \qquad \Sigma Q_k \frac{d^k \Omega}{dz_k} = 0$$

cette équation; les Q_k sont des polynomes entiers en z.

» L'équation (2) se déduit de l'équation (1) par une transformation bien connue qui se rattache à la théorie des dérivées d'ordre fractionnaire.

» Les points singuliers de l'équation (2) sont les mêmes que ceux de l'équation (1); mais le point sur lequel je voudrais surtout insister, c'est sur la manière de déduire le groupe de l'équation (2) de celui de l'équation (1).

» Pour fixer les idées, je supposerai

$$2p = 2, \qquad q = 3.$$

» L'équation (1) est alors du second ordre et l'équation (2) est, en général, du sixième ordre.

» Soient alors

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} a'' & b'' \\ c'' & d'' \end{vmatrix}$$

les substitutions fondamentales du groupe de (1); les substitutions correspondantes du groupe de (2) seront

$$\begin{vmatrix} -a & -b & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -c & -d & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1-a & -b & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -c & 1-d & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1-a & -b & 0 & 0 & 1 & 0 \\ -c & 1-d & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1-a' & -b' & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -c' & 1-d' & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -a' & -b' & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -c' & -d' & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1-a' & -b' & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -c' & 1-d' & 0 & 1 \end{vmatrix},$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1-a'' & -b'' \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -c'' & 1-d'' \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1-a'' & -b'' \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -c'' & 1-d'' \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -a'' & -b'' \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -c'' & -d'' \end{vmatrix}.$$

» Le groupe de (1) a tous ses coefficients entiers; on voit qu'il en sera de même du groupe de (2), ainsi qu'il était aisé de le prévoir. »

BOTANIQUE. — *Signification du nombre et de la symétrie des faisceaux libéroligneux du pétiole dans la mesure de la perfection des végétaux;* par M. **Ad. Chatin**.

« Comme pour les Corolliflores, pour les Gamopétales périgynes et les Dialypétales périgynes, le simple exposé des faits observés chez les Dialy-

pétales hypogynes, ou Thalamiflores, sera suivi d'aperçus reposant dès aujourd'hui sur une assez large base.

DICOTYLÉDONES DIALYPÉTALES HYPOGYNES.

Pétioles a un faisceau.

» *Aurantiacées.* — Citrus, Cookia, Feronia.
» *Bixacées.* — Azara microph., Pairotia persic.
» *Erythroxylées.* — Erythoxylon Coca.
» *Guttifères.* — Cambogia Gutta.
» *Hypéricinées.* — Androsæmum off., Hypericum calyc., H. hirc., H. hirsut., H. toment.
» *Malpighiacées.* — Malpighia urens.
» *Olacinées.* — Olax nana.
» *Pirolacées.* — Chimophila, Galax, Moneses unifl., Pirola rotund. (*a*).
» *Polygalées.* — Polygala myrtif. (*b*).
» *Résédacées.* — Reseda luteola (*c*).
» *Rutacées.* — Cneorum tric.
» *Sapindacées.* — Sapindus sapon (¹).
» *Théacées.* — Camellia japon., Carapa Guyan., Thea vir.
» *Violacées.* — Viola arv., V. odor. et V. tric. (¹).

Trois faisceaux.

» *Balsaminées.* — Impatiens Bals., I. fulva et I. Royl.
» *Berbéridées.* — Berberis vulg.
» *Capparidées.* — Cleome spec.
» *Caryophyllées.* — Cerastium toment. (*d*), Gypsophila mur., Melandrium silv., Silene alp. et S. Fabaria (*d*).
» *Cistacées.* — Helianthemum vulg. (*d*).
» *Coriariées.* — Coriara myrt.
» *Crassulacées.* — Crassula port., Echeveria, Sedum refl. et S. Teleph.
» *Crucifères.* — Alyssum saxat. (*d*), Berteroa inc. (*d*), Cochlearia off., Iberis sempervir. (*d*), Nasturtium amph., Raphanistrum arv., Sisymbrium off. et S. strict., Thlaspi mont.

(*a*) Le faisceau se divise en trois au-dessous du limbe de la feuille.
(*b*) Le type unitaire ne se rencontre pas dans les Polygalées herbacées.
(*c*) Il y a pluralité de faisceaux dans les feuilles de première année.
(¹) Trois faisceaux à la base.
(*d*) Les faisceaux sont presque conjugués, avec le central élargi comme dans le type unitaire.
(*d*) Conjonction des faisceaux presque complète.

» *Francoacées.* — Francoa glabr.
» *Fumariacées.* — Fumaria capr.
» *Phytolacées.* — Petiveria alliac.
» *Pittosporées.* — Pittosporum Tobira.
» *Polygalées.* — Polygala calc. et P. depr.
» *Résédacées.* — Reseda alba et R. lutea (d').
» *Rutacées.* — Pilocarpus Humb.
» *Sapindacées.* — Xanthoceras sorb.

CINQ FAISCEAUX.

» *Acérinées.* — Acer camp.
» *Büttnériacées.* — Adansonia.
» *Caryophyllées.* — Cucubalus bacc., Illecebrum vert., Lychnis Flos.-cuc., Silene nutans, et S. unifl.
» *Cistacées.* — Cistus alb. et C. ladan.
» *Crucifères.* — Alyssum sax. (d), Arabis alp. et A. aren., Barbarea vulg., Brassica nigra, Cardamine Imp., Cheiranthus Ch., Crambe mar., Diplotaxis tenuif., Erysimum cheir., Farsetia clyp., Lepidium Draba, Matthiola inc., Peltaria alb., Raphanus sat., Rapistrum per., Senebiera Coron., Sinapis alba et S. arv., Vesicaria utricul. (f).
» *Fumariacées.* — Corydalis lut. et C. ochroel., Fumaria off.
» *Géraniacées.* — Erodium hym., Geranium aconitif., G. Robert. et G. sang., Pelargonium.
» *Malvacées.* — *Hybiscus* Trionum, Lavatera marit.
» *Ménispermées.* — Cocculus palm.
» *Oxalidées.* — Oxalis Deppei (g) et O. cr.
» *Papavéracées.* — Papaver Rhæas.
» *Renonculacées.* — Adonis aest., Nigella damasc.
» *Rutacées.* — Choisya tern., Dictamnus Frax., Peganum Harm., Ptelea trif., Ruta grav., Zanthoxylon frax., et Z. plan. (h).

SEPT FAISCEAUX.

» *Acérinées.* — Acer pseud.-Plat.
» *Anonacées.* — Anona tril., Honkeneja pepl., Stellaria Holos.
» *Crucifères.* — Alliaria off., Brassica. Nap., B. oler., Bunias Eruc., Cochlearia armor, Crambe marit., Diplotaxis ten., Hesperis mat., Isatis tinct., Lunaria rediv.
» *Fumariacées.* — Corydalis copnoides.

(d') La conjugaison des faisceaux presque complète se réalise dans le *Reseda luteola* de deuxième année.

(d) Conjugaison presque complète des faisceaux.

(f) Ce faisceau central en segment de cercle; la conjugaison tend à se compléter.

(g) Souvent les faisceaux sont au nombre de 4 répondant aux 4 folioles, de la feuille.

(h) Faisceaux élargis, et presque conjugués, comme un Staphylea.

» *Géraniacées.* — Erodium hymen., Geranium aconitif. G. macrorhiz. et G. pyr.

» *Magnoliacées.* — Illicium anis, Magnolia Soul. et M. Yulang.

» *Malvacées.* — Abutilon str., Althæa off., Gossypium herb., Hybiscus Abelm. et H. syriac., Malva rot. et M. silv., Malvaniscus arbor., Napæa lœv., Saucheria.

» *Méliacées.* — Melia Azeder (*d*).

» *Papavéracées.* — Bocconia cord. et B. frut., Chelidonium maj.

» *Renonculacées.* — Actæa spic., Anemone coron. et A. silv., Helleborus fœt., Hepatica tril., Pæonia off., Ranunculus monoph. et R. repens.

» *Sapindacées.* — Cardiospermum Halic.

» *Saururées.* — Houttuynia cord., Saururus cern.

» *Tiliacées.* — Sparmania afric.

NEUF A ONZE FAISCEAUX.

» *Bixacées.* — Bixa Orell.

» *Berbéridées.* — Epimedium alp. et L. peral.

» *Cactées.* — Pereskia acul.

» *Caryophyllées.* — Dianthus barb., Gypsophila saxat., *Lychnis.* coron. (*d*). L. dioica et L. viscaria., Silne pendula.

» *Crassulacées.* — Rochea.

» *Fumariacées.* — Dielytra form.

» *Géraniacées.* — Erodium marit.

» *Hippocastanées.* — Æsculus hipp.

» *Magnoliacées.* — Magnolia glauca.

» *Malvacées.* — Abutilon Avic., Alcæa rosea, Kitaibelia vitif., Lavatera arbor.

» *Ménispermées.* — Cocculus sub.

» *Monotropées.* — Monotropa Hypop.

» *Papavéracées.* — Glaucium flav., Papaver orient.

» *Renonculacées.* — Aconitum Lycocton. et A. Napel. Anemone puls., Aquilegia alp., et A. vulg., Caltha pal., Delphinium canad., et D. Staphysa, Helleborus fætidus, H. niger et H. vir., Pæonia Mout., Ranunculus acris, R. lanug., R. lingua et R. rep., Thalictrum aquil. et T. majo. Trollius europ.

» *Rutacées.* — Melianthus maj.

» *Tiliacées.* — Tilia glabra.

» *Tropéolées.* — Tropæolum maj.

» *Vinifères.* — Cissus qu., Vitis vin.

NOMBREUX FAISCEAUX.

» *Anonacées.* — Anona tril.

» *Berbéridées.* — Nandina, Mahonia aquif. et M. japon.

» *Bixacées.* — Idisia, Stachyurus.

» *Büttnériacées.* — Büttneria, Sterculia, Theobroma.

(*d*) Conjugaison presque complète.

» *Caryophyllées.* — Dianthus Caryop. et D. plum.
» *Crucifères.* — Crambe filiforme (*f*), Lepidium latif. (*f*).
» *Dilléniacées.* — Dillenia aur.
» *Euphorbiacées.* — Pachysandra torm.
» *Géraniacées.* — Geranium Phœum.
» *Hypocastanées.* — Æsculus macroph.
» *Magnoliacées.* — Magnolia grand. et M. macroph.
» *Malvacées.* — Althæa ficif., Hybiscus cannab.
» *Ménispermées.* — Cocculus arom. et C. canad. (*i*).
» *Nymphéacées.* — Nuphar, Nymphæa, Victoria.
» *Renonculacées.* — Anémone japon., Delphinium elat., Eranthis hyem., Helleborus japon.
» *Sarracéniées.* — Heliamphora, Sarracenia.
» *Tropéolées.* — Tropæolum maj.

» On a vu le type *unitaire,* résultat d'une complète réunion des faisceaux et signe de perfection organique, être général chez les Corolliflores. Encore assez fréquent dans les Gamopétales périgynes, où il est l'attribut de deux grandes et belles familles, les Rubiacées et les Caprifoliacées, sans compter les Campanulacées et les Lobéliacées, qui le présentent dans bon nombre de leurs espèces, ce type existe, chez les Dialypétales périgynes, dans les Rosacées et les Légumineuses arborescentes, à l'exclusion (fait bien inattendu et que semblait avoir prévu Tournefort) de leurs espèces herbacées. Le type unitaire se présente encore dans les Calycanthées, Philadelphées, Granatées et Myrtacées, toutes si voisines des Rosacées ligneuses et aussi dans bon nombre des Rhamnées, Lythrariées, Onothérées, Célastrinées et Térébinthacées.

» Plus rare est la localisation des faisceaux chez les Dialypétales hypogynes, où toutefois nous venons de la relever dans les Aurantiacées, Camelliacées, Hypéricinées, Pirolacées et Violariées, ainsi que chez quelques Résédacées et Polygalées.

» A noter que les *Polygalées,* comme les Rosacées et les Légumineuses, présentent la fusion des faisceaux dans le *Polygala myrtifolia,* arborescent, à l'exclusion des Polygalas herbacés (*P. depressa* et *P. vulgaris*).

» En résumé, de la comparaison des faits observés dans les quatre classes, pétalées, des Dicotylédones, il ressort que le type unitaire, général chez les Corolliflores et encore commun dans les Gamopérigynes, va diminuant

---

(*f*) Très grandes feuilles.

(*i*) A noter que les plantes volubiles et celles grimpantes ont de nombreux faisceaux, même si les feuilles sont petites.

dans les Dialypétales périgynes et surtout dans les Dialyhypogynes, où il existe dans de petites familles offrant, d'ailleurs, en général, ce caractère d'élévation d'avoir les étamines et les carpelles en nombre limité et disposées en parfaits verticilles, à l'exclusion des familles polyandres et multicarpellées, chez lesquelles la multiplicité des organes homologues revient, par rétrogradation, au type spiralé des feuilles (Renonculacées, Nymphéacées, Magnoliacées, Dilléniacées).

» Au type unitaire pourraient, par suite d'observations insuffisantes, être rapportées des plantes offrant le caractère suivant : Le faisceau central, très élargi et à section en segment de cercle, a toute l'apparence du faisceau unique dans le type unitaire; mais on se garde de l'erreur en constatant, parfois éloignés, un ou deux petits faisceaux, complétant des nombres trois ou cinq (*Alyssum*, *Berberis*, *Berteroa*, *Iberis*, *Lychnis*, *Stellaria*).

» Pour certaines plantes, voisines d'espèces à faisceaux complètement réunis, la conjugaison reste imparfaite, parce que les faisceaux, quoique fort rapprochés, laissent entre eux de petits intervalles, sortes de *Trous de Botal*, rappelant la conjonction, inachevée, des cœurs dans le règne animal; tel est le cas de l'*Helianthemum* et du *Cistus*, non loin des Violariées, du *Staphylea*, parfois réuni aux Célastrinées et Ilicinées à type unitaire, de l'*Azederach*, du *Ptelea* et du *Zanthoxylon*, affines du *Carapa* et du *Cneorum*, aussi à un seul faisceau; des *Reseda alba* et *lutea*, congénères du *Reseda luteola*, qui n'a d'ailleurs le type unitaire que dans la seconde année de sa végétation.

» Le cas du *Reseda luteola* rappelle l'observation précédemment faite, parmi les Dialypérigynes, sur les *Onothera*. Comme ceux-ci, le *Reseda luteola* ne conjugue ses faisceaux qu'à la seconde année, celle de la floraison, le perfectionnement anatomique se produisant parallèlement au perfectionnement morphologique.

» J'ai relevé d'autre part que dans les Corolliflores, groupe supérieur, la conjonction des faisceaux a lieu dès la première année.

» Des *affinités* sont confirmées ou infirmées par le type fasculaire. C'est ainsi que l'*Olax*, d'*incertæ sedis* pour Linné, Santalacée pour R. Brown, Aurantiacée de Jussieu, est, par ses faisceaux conjugués comme par sa corolle, une Corolliflore voisine des Myrsinées et non éloignée des Ericacées, dont le rapprochait Adanson, et que le *Staphylea* est éloigné, par la pluralité des faisceaux, des Célastrinées, auxquelles le réunissait Decaisne, ainsi que des Rhamnées de Jussieu.

» Les faits de cet ordre sont nombreux.

» Les plantes *volubiles* et celles simplement *grimpantes* présentent en général ce caractère spécial, d'avoir de multiples faisceaux. Comptent dans les premières avec le Haricot, le Houblon, le *Boussingaultia* et le *Menispermum;* dans les secondes, la Clématite, la Capucine, la Glycine, les *Dioscorea* et *Tamus*. A noter que la Glycine, quoique Légumineuse arborescente, ne conjugue pas complètement ses faisceaux.

» Telle est la relation entre la pluralité des faisceaux et les plantes volubiles, que les Corolliflores elles-mêmes, chez lesquelles le type unitaire est général, n'échappent pas à la règle.

» C'est ainsi qu'on compte cinq faisceaux chez les *Convolvulus*, sept dans les *Cynanchum, Periploca* et de nombreux chez le *Lophospermum*.

» Par la pluralité des faisceaux du pétiole on remonte à la pluralité de ceux de la tige, liés sans doute à la faculté d'enroulement comme dans le *Vallisneria*.

» On aura remarqué que les faisceaux sont des plus nombreux dans les Renonculacées, plantes polystémones et à feuilles amplexicaules multipartites, à moins que, par une autre forme de dégradation, ces feuilles, comme cela a lieu chez les *Ranunculus gramineus* et *pyrenœus*, n'aient la nervation parallèle des Monocotylédones, nervation qu'on observe aussi dans un certain nombre d'Ombellifères (*Bupleurum aristatum* et *tenuissimum*), aux feuilles engainantes et multipartites.

» C'est que Renonculacées dans les Dialypétales hypogynes, Ombellifères, chez les Dialypérigynes; et, pour d'autres raisons (non localisation des verticilles floraux), Synanthérées dans les Gamopérigynes, représentent, respectivement dans leur classe, les groupes de moindre perfection.

» Les relations entre le nombre des faisceaux pétiolaires d'une part, la nervation du limbe des feuilles d'autre part, sont à grands traits les suivantes :

» Déjà, j'ai fait la remarque que le faisceau unitaire commande la nervation pennée; mais, ajoutais-je, si la nervation pennée fait toujours suite au type unitaire du pétiole, il n'est pas rare de la rencontrer chez des plantes à pluralité des faisceaux pétiolaires; mais cet écart à la règle n'est pas absolu.

» Il a été constaté en effet que, notamment chez les Rosacées et les Caprifoliacées, la conjugaison des faisceaux dans le pétiole n'a lieu qu'à une certaine distance de sa base. Or, que le retard de conjonction se

prolonge, il arrivera que celle-ci ne se complétera qu'en haut du pétiole, au voisinage de la nervure dorsale des feuilles penninerves, ou dans cette nervure même, les rattachant ainsi au type unitaire dans lequel la conjonction des faisceaux du pétiole a pour corollaire la disjonction pennée dans le limbe foliaire.

» Resterait cette différence entre la conjonction des faisceaux dans le pétiole ou la nervure dorsale; chez le premier, les faisceaux sont toujours en nombre limité, ordinairement trois ou cinq, tandis qu'à la nervure dorsale ils peuvent être un nombre indéfini.

» Des faits intermédiaires, ou de passage, entre la conjonction de faisceaux dès la base du pétiole ou plus haut, et jusqu'à la nervure dorsale du limbe s'observent en beaucoup de plantes : *Aucuba*, *Calycanthus*, *Carapa*, *Lobelia*, *Rosa*, et surtout *Quercus* et *Salix*, où la réunion des faisceaux n'a lieu que vers le haut du pétiole.

» Quant aux deux autres modes de nervation, palmée et parallèle, ils sont toujours subordonnés à des faisceaux multiples, en nombre assez limité d'ordinaire pour la nervation palmée, le faisceau central étant le plus gros, en nombre indéfini dans la nervation parallèle, les faisceaux étant ici à peu près tous de même grosseur ou homologues. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des premières modifications des nerfs dans les plaies simples de la cornée.* Note de M. L. **Ranvier**.

« Les modifications qui se produisent dans les nerfs de la cornée à la suite de sections superficielles de cette membrane paraîtront bien extraordinaires et cependant elles sont sous la dépendance d'une loi générale que je crois avoir établie depuis longtemps : *Les nerfs sont soumis à une croissance continue*. En effet, les fibres nerveuses terminales simples ou arborisées émettent des bourgeons qui, en se développant, tendent à augmenter l'extension et la complication des terminaisons nerveuses ([1]).

» Chez tous les Vertébrés, la cornée possède un appareil nerveux très riche et très compliqué, dont le but paraît être d'assurer la protection de l'œil par son extrême sensibilité. Je vais en rappeler la disposition générale chez le lapin seulement, parce que les expériences que je vais rapporter

---

([1]) Voir ma première Communication à ce sujet dans le *Quarterly journal of microscopical Science*, t. XX, p. 457; 1880.

ont été faites chez cet animal. Les nerfs, qui proviennent de la cinquième paire, entrent dans la cornée au niveau de son bord. Ils sont très nombreux, se dirigent vers le centre de la membrane, se divisent, se subdivisent et se résolvent en un vaste plexus, *plexus fondamental*. Du plexus fondamental partent les rameaux perforants qui, après avoir traversé la membrane de Bowman, s'infléchissent brusquement pour former, au-dessous de l'épithélium antérieur, le plexus *sous-épithélial*. Le dernier plexus est formé de fibrilles nerveuses grêles et longues, anastomosées les unes avec les autres par quelques branches obliques.

» Les fibrilles nerveuses *intra-épithéliales* proprement dites se dégagent du plexus sous-épithélial, ont un trajet ascendant, généralement sinueux, et se terminent par des boutons à une hauteur variable. Tout cela est parfaitement connu et solidement établi; si je l'ai rappelé c'est uniquement dans le but de faire mieux saisir les résultats des nouvelles expériences que j'ai faites et que je vais exposer maintenant.

» De la disposition générale de l'appareil nerveux de la cornée du lapin il résulte qu'une section pratiquée perpendiculairement à la surface de cette membrane divisera des fibrilles nerveuses intra-épithéliales, le plexus sous-épithélial et, si elle est assez profonde, le plexus fondamental.

» En outre, le trajet des nerfs, malgré leur intrication plexiforme, allant régulièrement de la périphérie au centre, ainsi que je l'ai établi [1], il s'ensuit qu'une section faite perpendiculairement à la direction d'un rayon cornéen abolira la sensibilité dans une région limitée par l'incision et les deux rayons qui partent de ses extrémités.

» Pour que l'insensibilité soit complète, il faut que l'incision comprenne au moins le tiers de l'épaisseur de la cornée. Immédiatement après une incision de ce genre, la sensibilité est conservée sur sa lèvre marginale, tandis qu'elle est abolie sur sa lèvre centrale. Il en est de même les jours suivants. Mes expériences ne sont pas allées au delà du troisième. La cornée incisée a été soumise à l'action de l'or. (Pour la méthode employée et pour la technique des incisions, voir mes *Leçons sur la cornée.*) Des coupes y ont été faites au rasoir perpendiculairement à la direction de l'incision. Elles comprennent donc la lèvre centrale et la lèvre marginale de la petite plaie.

» Vingt-quatre heures après l'opération, toute la surface de la solution

---

[1] *Leçons d'Anatomie générale : Cornée;* 1881.

de continuité est déjà recouverte de cellules épithéliales provenant du glissement et de l'éboulement de l'épithélium circonvoisin.

» L'épithélium de la lèvre marginale contient des fibrilles nerveuses. Il n'y en a pas dans celui de la lèvre centrale. Les fibrilles nerveuses ont été entraînées dans la plaie par les cellules épithéliales qui s'y sont éboulées; cela se comprend. Mais le même phénomène a dû se produire sur la lèvre centrale aussi bien que sur la lèvre marginale, puisque, nous le savons, elle se recouvre de cellules épithéliales par un mécanisme identique. Évidemment, des fibres nerveuses ont été entraînées par l'éboulement sur l'une et sur l'autre des lèvres de la plaie. Seulement, sur la lèvre centrale, ces fibres, ayant été séparées, par la section, de leurs cellules nerveuses d'origine, ont été mangées par les cellules épithéliales qui les avoisinent, comme sont mangés les cylindres-axes des fibres nerveuses du segment périphérique d'un nerf sectionné par les cellules des segments interannulaires. Ce sont là deux phénomènes de même ordre. Il faut remarquer pourtant que les cellules épithéliales d'une plaie de la cornée doivent avoir une activité nutritive bien grande pour dévorer ainsi des fibrilles nerveuses dans un si court laps de temps. Du reste, cette activité se traduit par d'autres faits sur lesquels j'aurai l'occasion de revenir par la suite.

» Tandis que les fibrilles nerveuses disparaissent dans la lèvre centrale de la plaie, celles de la lèvre marginale, qui sont restées en rapport avec leur centre d'origine, présentent au contraire des signes de suractivité formatrice. Souvent elles sont plus épaisses que les fibrilles intra-épithéliales ordinaires; souvent aussi elles présentent des bourgeons terminaux volumineux, indice de leur croissance. Leur longueur dépasse de beaucoup, parfois du double, celle des fibrilles intra-épithéliales normales.

» Ces phénomènes d'activité et de croissance sont encore plus marqués deux jours après la section de la cornée. A ce moment, les fibres nerveuses ont bourgeonné, se sont accrues; elles peuvent atteindre $0^{mm},35$ et étendre leurs ramifications dans tout le revêtement épithélial de la lèvre marginale de la petite plaie, tandis que sa lèvre centrale se montre toujours dépourvue de fibrilles nerveuses.

» Si aes branches ou plutôt des travées du plexus fondamental ont été sectionnées, on les voit donner naissance, au niveau de la lèvre marginale, à un ou plusieurs beourgeons qui pénètrent au sein de la masse épithéliale qui la recouvre et y forment une arborisation terminale, plus ou moins

étendue, et qui vient compliquer l'ensemble de la terminaison nerveuse intra-épithéliale.

» Par conséquent, les nerfs qui occupent l'épithélium de la plaie proviennent du glissement et de l'entraînement des fibres nerveuses épithéliales et sous-épithéliales et, en outre, du bourgeonnement et de la végétation des fibres du plexus fondamental.

» La cornée, trois jours après la section, montre encore les différents phénomènes nerveux que je viens de décrire dans les plaies de deux jours, seulement ils y sont plus marqués. En général, les nouvelles fibres sont plus épaisses et leurs bourgeons terminaux plus volumineux; elles ont un trajet plus compliqué et plus long. J'en ai vu qui, après avoir parcouru au-dessous de l'épithélium toute la lèvre marginale de la plaie, ont pris ensuite une direction ascendante, et, cheminant en droite ligne, soit dans sa lèvre marginale, soit dans sa lèvre centrale, ont gagné la surface de l'épithélium antérieur où elles se terminent par des boutons.

» En résumé, les fibres nerveuses de la cornée, qui ont été divisées par section et qui se trouvent encore en rapport de continuité avec leurs cellules d'origine, végètent avec une rapidité et une activité que rien ne pouvait faire prévoir. Cette végétation est cependant en rapport avec cette loi générale que je formulais au début de cette Note, à savoir que les nerfs sont soumis à une croissance continue.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de faire remarquer que les faits que je viens d'exposer conduisent à l'explication d'un phénomène très remarquable, dont les histologistes s'occupent depuis quelques années, la *chromatolyse* des cellules nerveuses (Nissl, Marinesco, etc.). Ils ont constaté qu'à la suite de la section d'un nerf les cellules d'origine perdent leur chromatine et ils ont pensé qu'il se produit alors une sorte de dégénérescence centrale.

» Dernièrement, M. Pugnat (¹) a constaté que la fatigue résultant de l'excitation électrique peut déterminer la chromatolyse des cellules nerveuses. On conçoit aisément que le travail qui se fait dans le segment central d'un nerf sectionné puisse déterminer dans les cylindres-axes une activité nutritive, dont les matériaux seraient empruntés à la cellule d'origine. Il y aurait ainsi de l'analogie entre la chromatolyse de la cellule nerveuse et la disparition de la chromatine, que j'ai constatée dans les cellules

(¹) *Comptes rendus*, 8 novembre 1897.

lymphatiques, lorsqu'elles viennent concourir activement à la nutrition des éléments qui les avoisinent. »

ASTRONOMIE. — *Présentation des publications annuelles du Bureau des Longitudes : « Connaissance des Temps pour 1900 » et « Annuaire pour 1898 »,* par M. **Lœwy.**

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, de ses publications annuelles, la *Connaissance des Temps pour* 1900 et l'*Annuaire de* 1898. Grâce aux efforts constants du Bureau des Longitudes, ces Volumes ont, depuis une vingtaine d'années, reçu de nombreux perfectionnements qui répondent aux progrès incessants de la Science moderne.

» Cette année encore, nous avons à signaler des additions importantes. Dans la *Connaissance des Temps* figure un Tableau nouveau donnant les éléments des orbites de toutes les comètes périodiques. Ce Tableau complète la liste des éléments des astres mobiles de notre Système solaire. Le Volume de 1900 est le dernier dans lequel on a encore utilisé les bases adoptées durant de longues années pour le calcul des éphémérides. Il a été reconnu, en effet, dans une Conférence internationale tenue à Paris en 1896 sous les auspices du Bureau des Longitudes, que l'adoption d'un même système de constantes et d'un même Catalogue d'étoiles fondamentales présenterait un grand avantage pour l'exécution des travaux qui intéressent à la fois l'Astronomie, la Navigation et la Géodésie.

» Les représentants des quatre grandes nations qui publient des éphémérides astronomiques se sont mis d'accord pour le choix d'un ensemble de nombres paraissant offrir les plus complètes garanties de précision. Il a été convenu que ces changements dans les valeurs des constantes astronomiques auraient leur effet à partir du 1er janvier 1901. Nous espérons que la nouvelle série de Volumes, rédigés d'après ce système, conservera un caractère original, tout en maintenant, avec les éphémérides des autres pays, un accord réclamé par les intérêts généraux de la Science.

» Les données et les renseignements contenus dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* s'étendent de plus en plus sur les branches les plus diverses de la Science et de l'activité générale.

» Il convient de signaler les améliorations introduites dans la présente édition de 1898, dont les principales sont dues à notre Confrère M. Hatt et

à M. Moureaux, Membre correspondant du Bureau des Longitudes. Le Chapitre relatif aux marées a été complètement transformé par M. Hatt qui a donné de nouveaux Tableaux permettant de calculer très facilement l'heure et la hauteur de la marée dans les principaux ports de France et de l'étranger.

» M. Moureaux a construit cette année de nouvelles Cartes magnétiques de la France se rapportant au 1er janvier 1896 et basées sur les observations les plus récentes et les plus précises.

» Toutes les autres matières ont été tenues au courant des derniers progrès par les collaborateurs permanents de l'*Annuaire*.

» Les Notices, qui contribuent d'une manière si efficace à la renommée de cette publication, sont consacrées cette année à quelques-unes des questions les plus délicates de l'Astronomie.

» M. Poincaré a traité le problème considérable, qui a pour nous un si vif attrait, la stabilité du système solaire. M. Cornu expose l'œuvre scientifique de notre regretté Confrère Fizeau. M. Janssen rend compte des premiers travaux accomplis à l'observatoire du mont Blanc. On y trouve, en outre, une étude sur la constitution de l'écorce lunaire, basée sur les récents progrès accomplis à l'aide de la Photographie, par MM. Lœwy et Puiseux. Les discours prononcés à l'occasion du cinquantenaire académique de notre vénéré Doyen, M. Faye, terminent cette partie de l'*Annuaire*. »

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle méthode pour déterminer la verticale.* Note de MM. **J. Perchot** et **W. Ebert**. (Note lue par M. Perchot.)

« La détermination de la verticale intervient dans toutes les mesures méridiennes absolues. C'est une direction fixe, indépendante de l'instrument, et, par suite, l'origine à laquelle on rapporte la latitude et les variations de la ligne de visée instrumentale.

» Les observations donnent directement les distances angulaires des astres au pôle instrumental, c'est-à-dire à la direction de la lunette qui correspond au zéro du cercle. Pour en déduire les distances zénithales ou la latitude, il faut encore connaître la distance de ce zéro au zénith, ou la lecture du cercle correspondant à la position verticale de la lunette.

» On la détermine par des procédés physiques. Celui qu'on emploie généralement consiste à faire coïncider le fil du micromètre avec son image réfléchie par un bain de mercure. Dans les observatoires des grandes

villes, la circulation fait vibrer le sol, dont les mouvements se transmettent directement au bain. A l'Observatoire de Paris, ces oscillations troublent les images à tel point que, pendant la plus grande partie de la journée, il est difficile de déterminer le nadir. On doit donc craindre des erreurs importantes dans ces mesures.

» Différents essais ont été faits, depuis Le Verrier, pour atténuer ces effets. On a été conduit, depuis plusieurs années, à employer, comme surface réfléchissante, une couche de mercure aussi mince que possible. On pouvait craindre que, par suite des actions capillaires, la surface du mercure ne fût pas horizontale. Des expériences comparatives, faites à Paris et à Nice, ont montré que ces effets ne paraissaient pas avoir d'influence appréciable.

» Quoi qu'il en soit, pour les raisons que nous venons d'indiquer, il est important, surtout à l'Observatoire de Paris, d'avoir d'autres procédés pour déterminer la verticale. C'est dans cet ordre d'idées qu'on a imaginé plusieurs appareils avec lesquels on détermine le zénith au lieu du nadir. Le premier de ces points se trouve dans la région du ciel où l'on observe, tandis que l'autre est dans la région opposée, ce qui donne encore plus d'intérêt à la question.

» Le collimateur zénithal de M. Faye est l'une des plus anciennes dispositions qui permettent d'atteindre ce but. M. Porro a proposé un appareil à bain d'eau, mais la réalisation pratique de son idée ingénieuse présente des difficultés qui l'ont fait abandonner.

» L'année dernière, M. Deichmüller a proposé l'emploi d'un miroir zénithal flottant sur un bain de mercure. Avec cette disposition, les petites vibrations sont atténuées par le poids du miroir ; la surface réfléchissante se déplace, sous l'influence des grandes perturbations, mais elle reste plane et les images ne sont pas troublées.

» Le plan déterminé par le fil du micromètre et le centre optique de l'objectif est perpendiculaire au miroir, quand le fil coïncide avec son image. La moyenne des lectures obtenues en faisant les coïncidences pour deux positions du miroir, à 180° l'une de l'autre, détermine la verticale.

» M. Lœwy, directeur de l'Observatoire de Paris, ayant prévu l'importance d'un tel instrument, a fait construire, par M. Gauthier, un miroir zénithal pour le cercle Bischoffsheim, et nous a chargés de l'étudier. Voici quelques indications sur la disposition adoptée : Un miroir argenté à sa partie inférieure est fixé à un flotteur qui repose sur un bain de mercure contenu dans une cuvette annulaire. Celle-ci est portée par un bras métallique horizontal, que l'on peut faire tourner autour d'un prolongement du pilier

est de l'instrument. Un contre-poids, placé à l'autre extrémité de la tige, fait équilibre à la cuvette. On maintient le miroir dans une position déterminée à l'aide d'un crochet qui peut entrer, sans y exercer aucune pression, dans quatre entailles, faites à égale distance à la partie supérieure du flotteur. Nous désignons par les numéros I, II, III, IV les positions correspondantes du miroir; I et III sont diamétralement opposés, ainsi que II et IV.

» Avec cette disposition, les phénomènes capillaires n'interviennent pas; mais l'instrument présentait encore deux grands inconvénients. Les mises au foyer par les étoiles et le miroir zénithal étaient différentes. Nous avions déjà observé le même phénomène avec le bain de mercure ordinaire, et, après de nombreux essais, nous l'avions fait disparaître en réglant convenablement l'éclairage. Il en a été de même pour le miroir zénithal. L'autre difficulté était qu'en tournant le miroir d'un ou de plusieurs tours et en revenant à la première position, on ne retrouvait plus la même coïncidence. Pour cette raison, on ne pouvait obtenir de résultats satisfaisants. Cela provenait, à notre avis, d'une trop grande liberté du miroir. A l'aide de trois vis, à 120° l'une de l'autre, nous avons limité, autant que possible, le mouvement du miroir, sans le gêner.

» L'instrument ainsi modifié est utilisable. En déplaçant le miroir avec précaution, nous avons fini par retrouver toujours les mêmes lectures en revenant aux mêmes positions. Enfin, les moyennes des lectures faites avec les positions I et III du miroir concordent bien avec les moyennes de II et IV, ainsi que le montre le Tableau suivant.

» Nous avons déterminé, pour les deux positions de la lunette, les différences nadir — zénith — 180°. Nous avons pris dans ces mesures les précautions habituelles; en particulier, l'observateur s'est placé tantôt du côté nord, tantôt du côté sud par rapport à la lunette.

	Nadir.	Zénith I, III.	Zénith II, IV	Zénith moyen.	Nadir— Zénith moyen — 180°.
	(moyenne de 5 déterminations).				
Lunette dans la position directe.					
	221°10′	41°10′	41°10′	41°10′	
Observateur du côté sud....	5″,25	4″,57	4″,63	4″,60	+0″,65
	5,29	5,52	5,33	5,42	−0,13
	5,55	5,40	5,70	5,55	0,00
	5,14	4,71	4,71	4,71	+0,43
	5,24	4,66	4,98	4,82	+0,42
			Moyenne..........		+0,27

	Nadir.	Zénith I, III.	Zénith II, IV	Zénith moyen.	Nadir — Zénith moyen — 180°.
	(moyenne de 5 déterminations).				
Lunette dans la position directe.					
	″	″	″	″	″
Observateur du côté nord...	5,10	»	5,15	5,15	— 0,05
	5,23	5,45	»	5,45	— 0,22
	5,94	6,20	»	6,20	— 0,26
	5,63	5,43	5,55	5,49	+ 0,14
	5,04	5,56	5,20	5,38	— 0,34
	5,24	5,32	5,35	5,34	— 0,10
			Moyenne...........		— 0,14
Lunette dans la position inverse.					
Observateur du côté sud....	3,00	2,42	2,72	2,57	+ 0,43
	3,39	3,46	3,46	3,46	— 0,07
	3,27	3,54	3,35	3,44	— 0,17
	3,73	3,37	3,46	3,42	+ 0,31
			Moyenne...........		+ 0,12
Observateur du côté nord...	3,00	3,38	3,32	3,35	— 0,35
	3,27	3,73	3,56	3,65	— 0,38
	4,03	4,03	4,00	4,02	+ 0,01
	3,42	3,88	3,53	3,71	— 0,29
			Moyenne...........		— 0,25

» Ces résultats montrent bien que l'on peut, avec cet instrument, déterminer le zénith aussi exactement que le nadir avec le bain de mercure. Il est donc appelé à rendre de grands services aux astronomes. Nous en donnerons une Étude détaillée dans les *Annales de l'Observatoire* et nous y indiquerons la manière de l'employer.

» Il fournit encore une donnée de plus pour la détermination des flexions. Nous utiliserons, à ce sujet, les résultats précédents dans une prochaine Communication que nous aurons l'honneur de faire à l'Académie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Giacinto soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur le problème de Ribaucour.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« Je vais établir, dans cette Note, l'équivalence des trois problèmes suivants : 1° recherche des réseaux C, C; 2° des réseaux 2O, 2O; 3° des réseaux O, 3O.

» Rappelons d'abord quelques résultats connus sur les congruences C, C; une telle congruence est axe d'une infinité de cercles normaux à une série de surfaces; les cosinus directeurs ξ_1, ξ_2, ξ_3 de la droite de la congruence, après multiplication par un facteur convenablement choisi, sont solutions de l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = M\theta, \tag{1}$$

et l'on a

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 + \xi_3^2 = U + V \tag{2}$$

[M. BIANCHI, *Sopra alcune nuove classi di superficie* (*Annali di Matematica*, t. XVIII)].

» Prenons une congruence 2O; elle est conjuguée à deux séries de réseaux O parallèles. Si M et M' sont deux de ces réseaux appartenant à des séries différentes, les tangentes de ces réseaux se rencontrent en A et B; la droite AB décrit une congruence C; le cercle correspondant a pour axe AB et passe par M et M'. Si la congruence est 2O de deux manières différentes, il y aura deux nouvelles séries (N), (N') de réseaux O conjugués; soient R, S les points d'intersection des tangentes aux réseaux (M) et (N). La congruence RS harmonique aux réseaux (M) et (N) est cyclique; d'ailleurs les cercles qui ont pour axe RS et qui passent par M et N sont distincts; donc la congruence RS est C, C; donc :

» *Chaque congruence* 2O, 2O *permet d'obtenir quatre congruences* C, C.

» Inversement, soit RS une congruence C, C; sur deux des cercles correspondants, prenons arbitrairement des points M et N qui décrivent des réseaux O, harmoniques à RS. La droite MN décrit une congruence, conjuguée aux réseaux (M), (N); comme les triangles MRS, NRS ne sont pas égaux, cette congruence M est 2O, 2O.

» Cherchons à déterminer ces congruences 2O, 2O; par l'origine O des axes de coordonnées, menons une droite g, parallèle à la droite G de la congruence; il y aura, sur cette droite g, deux points m et m', inverses l'un de l'autre par rapport au point O, qui décriront des réseaux respectivement parallèles aux réseaux M et M'; de même, un autre couple analogue de points n, n', qui décrivent des réseaux parallèles à N et N'. Soit

$$\lambda = \frac{Om}{On}.$$

» L'équation du réseau $m(xyz)$:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = P\frac{\partial \theta}{\partial u} + Q\frac{\partial \theta}{\partial v}, \tag{3}$$

admettra les solutions

$$1, \quad x, \quad y, \quad z, \quad x^2+y^2+z^2, \quad \lambda.$$

» Les coordonnées de n sont $\frac{x}{\lambda}, \frac{y}{\lambda}, \frac{z}{\lambda}$; outre ces coordonnées, l'équation du réseau n doit admettre la solution

$$\frac{x^2+y^2+z^2}{\lambda^2}.$$

et, par conséquent, l'équation (3) admet aussi la solution

$$\mu = \frac{x^2+y^2+z^2}{\lambda}.$$

» Posons maintenant

$$X + iY = \lambda, \qquad X - iY = \mu.$$

» L'équation (3) admettra donc les relations

$$1, \quad x, \quad y, \quad z, \quad X, \quad Y, \qquad x^2+y^2+z^2 = X^2+Y^2.$$

» Donc le point de l'espace à cinq dimensions (x, y, z, X, Y) décrit un réseau O : le réseau (m) est donc 3O; il en est de même du réseau parallèle (M). Donc :

» *Tout réseau* O, *conjugué à une congruence* 2O, 2O, *est aussi* 3O.

» Des propriétés qui précèdent résultent immédiatement les suivantes :

» *Tout réseau* O, *harmonique à une congruence* C, C, *est aussi* 3O.

» Inversement :

» *Chaque réseau* O, 3O *est harmonique à deux séries de congruences* C, C.

» Les propriétés qui viennent d'être indiquées permettent de déduire

de chaque congruence C, C de nouvelles congruences analogues. La transformation qui se présente ici n'est pas nouvelle, c'est celle que M. Bianchi établit par une autre méthode dans le Mémoire cité plus haut.

» Néanmoins, il est facile d'obtenir par nos méthodes de nouvelles congruences C, C.

» En effet, la recherche des congruences C, C, dans l'espace à n dimensions, revient à trouver les équations (1) qui admettent n solutions dont la somme des carrés est $U + V$, ou bien encore à trouver les réseaux O de cet espace qui sont associés à des réseaux plans. En particulier, les congruences C, C du plan dépendent de l'équation

$$E\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right) = 0.$$

» Chaque solution du problème, dans un espace à n dimensions, permet d'obtenir une solution du même problème pour l'espace à $n+1$ dimensions. On aura donc, dans l'espace ordinaire, des solutions du problème qui dépendent de la résolution de l'équation

$$E\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right) = 0.$$

» Enfin, la recherche des réseaux 2 O, 2 O d'une quadrique de révolution donnera des solutions qui dépendent d'une équation du second ordre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une forme analytique des integrales des équations linéaires aux dérivées partielles à deux variables indépendantes.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. Darboux.

« Dans un Mémoire aujourd'hui terminé j'ai cherché à étendre, aux équations linéaires aux dérivées partielles d'ordre supérieur, quelques-unes des principales propriétés des équations du second ordre.

» Je demande la permission de présenter à l'Académie les principaux résultats que j'ai obtenus.

» Définissons d'abord quelques termes. Je dis qu'une caractéristique est multiple d'ordre p, si la racine correspondante de l'équation différentielle définissant les caractéristiques est elle-même multiple d'ordre p.

» Dans les questions où l'on a à considérer les valeurs d'une fonction sur une certaine courbe, j'appelle *dérivées extérieures* les dérivées relatives à un déplacement extérieur à la courbe. Soient, par exemple, $\alpha =$ const.

et $\beta = \text{const.}$ deux familles de courbes formant un réseau plan. Supposons que l'on considère les valeurs d'une fonction $f(x, y)$ sur la courbe $\alpha = \alpha_0$; les dérivées $\frac{\partial f}{\partial \alpha}, \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha^2}, \cdots$ de f, supposée exprimée en fonction de α et de β, sont les dérivées extérieures première, seconde, ...

» Pour la détermination des intégrales sur les caractérisques, j'ai démontré le théorème suivant :

» *Toute intégrale d'une équation linéaire aux dérivées partielles d'ordre n est définie quand on donne :*

» 1° *Sur une caractéristique d'ordre p les valeurs de la fonction inconnue z et de ses n — p — 1 premières dérivées extérieures (en tout n — p fonctions);*

» 2° *Sur une courbe quelconque coupant la caractéristique en un point non singulier les valeurs de z et de ses p — 1 premières dérivées extérieures (p fonctions).*

» *Ces fonctions initiales, supposées analytiques, peuvent être choisies arbitrairement.*

» J'avais démontré cette proposition, il y a quelque temps, en me servant de la méthode d'approximations successives. Dans une Note récente (*Comptes rendus* du 2 novembre), M. Goursat a donné une proposition plus générale renfermant la précédente comme cas particulier.

» En m'appuyant sur ce théorème j'ai étendu aux équations d'ordre supérieur au second la notion d'*intégrale principale,* dans le cas des caractéristiques simples et même, sous certaines conditions, dans le cas des caractéristiques multiples.

» Je dis qu'une intégrale $z(x, y, \alpha)$, dépendant du paramètre α, est *principale,* s'il existe une fonction θ (non constante) telle que l'expression

$$\int_{\theta_0}^{\theta} f(\alpha)\, z(x, y, \alpha)\, d\alpha$$

satisfasse à l'équation considérée, quelle que soit la fonction $f(\alpha)$. On reconnaît tout d'abord que θ doit être une fonction caractéristique. Prenons-la comme variable indépendante; soit par exemple $\theta = x$. Sur la caractéristique $x = \alpha$, supposée simple, les valeurs de z et de ses $n - 2$ premières dérivées extérieures, considérées comme fonctions de y, devront satisfaire à certaines équations différentielles linéaires du premier ordre que j'ai formées. Mais on obtient encore des relations plus simples pour les intégrales principales holomorphes en procédant de la manière suivante :

» Soit

$$(1)\quad z(x, y, \alpha) = u_0(x, y) + \frac{x-\alpha}{1} u_1(x, y) + \frac{(x-\alpha)^2}{1.2} u_2(x, y) + \ldots.$$

La connaissance de $n-1$ premiers coefficients u_0, u_1, u_2, ... équivaut à celle des fonctions initiales précédemment indiquées et les équations qui les déterminent se déduisent de l'équation proposée par des dérivations symboliques analogues à celles que j'ai déjà considérées dans mon Mémoire sur les équations du second ordre.

» Une intégrale principale relative à une variable caractéristique simple dépend d'une fonction arbitraire. On achève de la déterminer en donnant sa valeur sur une courbe quelconque.

» Lorsque toutes les caractéristiques sont simples on peut, d'une infinité de manières, calculer un système de n intégrales principales

$$\zeta_1, \quad \zeta_2, \quad \ldots, \quad \zeta_n$$

relatives chacune à une variable caractéristique, et l'intégrale principale se représente par la formule suivante, où je désigne par ξ_1, ξ_2, ..., ξ_n les variables caractéristiques

$$(2)\qquad z = \sum \int^{\xi_i} f_i(\alpha)\zeta_i(x, y, \alpha)\, d\alpha,$$

les limites inférieures des intégrales étant des constantes arbitraires. Lorsque le développement (1) de l'intégrale principale est limité, le terme correspondant de la formule (2) peut s'intégrer sous forme finie et s'exprime linéairement à l'aide d'une fonction arbitraire de la variable caractéristique considérée et des dérivées de cette fonction en nombre déterminé.

» J'appelle cette forme d'intégrale partielle la *forme d'Euler*.

» La forme (2) met en évidence les principales propriétés analytiques des solutions, particulièrement en ce qui concerne les singularités accidentelles.

» Parmi les diverses propositions que j'en ai déduites, je signale la suivante :

» Dans le voisinage d'une caractéristique singulière accidentelle, l'intégrale ne peut pas, EN GÉNÉRAL, être uniforme. En particulier, pour que la singularité accidentelle puisse être de forme polaire, il faut et il suffit que l'intégrale partielle relative à la caractéristique considérée appartienne à la forme d'Euler. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application de la méthode des fonctions majorantes à certains systèmes différentiels.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« Dans une Communication récente ([1]), j'ai défini certains systèmes différentiels, de forme très générale, auxquels j'ai donné le nom d'*orthoiques*. Leur définition une fois posée, il résulte de mes recherches antérieures ([2]) que si dans un semblable système, supposé passif, aucun des seconds membres n'est d'ordre supérieur au premier membre correspondant, les intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales arbitrairement choisies existent effectivement. Mais, dans l'hypothèse contraire, la convergence des développements des intégrales demeure, en général, incertaine, et, bien que j'aie pu communiquer à l'Académie les énoncés de deux cas où elle a nécessairement lieu, la méthode dite *des fonctions majorantes* m'a paru devoir être le plus souvent inapplicable. Des résultats nouveaux, que je demande la permission de formuler, semblent confirmer cette manière de voir.

» *En désignant par u une fonction inconnue des deux variables indépendantes x et y, par μ une constante positive quelconque, et par q un entier au moins égal à* 2, *aucune des équations différentielles partielles*

$$\frac{du}{dx} = \mu\left[1 + y + y^2 + \ldots + y^q + (1 + y + y^2 + \ldots + y^q + y^{q+1})\frac{d^q u}{dy^q}\right],$$

$$\frac{du}{dx} = \mu\left[1 + (1 + y)u + (1 + y + y^2)\frac{d^q u}{dy^q}\right],$$

$$\frac{du}{dx} = \mu\left[1 + (1 + y + y^2)u + (1 + y)\frac{d^q u}{dy^q}\right],$$

$$\frac{du}{dx} = \mu\left[1 + (1 + y + y^2 + y^3)u + \frac{d^q u}{dy^q}\right]$$

n'admet d'intégrale se réduisant, pour $x = 0$, à une fonction de y identiquement nulle.

» *En attribuant à u, x, y, μ la même signification que ci-dessus, et dési-*

([1]) Voir les *Comptes rendus* du 6 décembre 1897.
([2]) *Recueil des Savants étrangers*, t. XXXII, n° 3.

gnant par q un entier au moins égal à 3, l'équation différentielle partielle

$$\frac{du}{dx} = \mu\left[1 + (1 + y + y^2)u + \frac{d^q u}{dy^q}\right]$$

n'admet pas non plus d'intégrale qui satisfasse à cette condition initiale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une double généralisation des équations de Lie*. Note de M. E. VESSIOT, présentée par M. Picard.

« 1. Les *équations de Lie* sont les équations linéaires aux dérivées partielles de la forme

$$(1) \qquad \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{k=1}^{r} \theta_k(t) X_k f = 0,$$

où les r transformations infinitésimales

$$(2) \qquad X_k f = \sum_{i=1}^{n} \xi_{ki}(x_1, \ldots, x_n) \frac{\partial f}{\partial x_i} \qquad (k = 1, 2, \ldots, r)$$

définissent un groupe continu fini de transformations. A l'équation (1) est associé le *Système de Lie* (à solutions fondamentales)

$$(3) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \sum_{k=1}^{r} \theta_k(t) \xi_{ki}(x_1, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» On peut considérer, plus généralement, les équations de la forme

$$(4) \qquad \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{i=1}^{n} \xi_i(x_1, \ldots, x_n, t) \frac{\partial f}{\partial x_i} = 0.$$

où les transformations infinitésimales, en nombre infini,

$$(5) \qquad X_{(t)} f = \sum_{i=1}^{n} \xi_i(x_1, \ldots, x_n, t) \frac{\partial f}{\partial x_i},$$

correspondant aux diverses valeurs du paramètre t, appartiennent toutes à un même groupe continu infini; et, en même temps, les systèmes qui leur sont associés

$$(6) \qquad \frac{dx_i}{dt} = \xi_i(x_1, \ldots, x_n, t) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Nous reviendrons sur le rôle et l'intégration de ces systèmes, dont les *systèmes canoniques* sont un exemple. Le fait essentiel est que les équations qui en définissent l'intégrale générale représentent une famille de transformations du groupe infini considéré, ce qui indique, en quelque manière, comment les constantes arbitraires y doivent figurer. Les résultats de M. Lie sur les groupes infinis du plan permettent de traiter complètement le cas où n est égal à 2.

» 2. Une autre généralisation des équations de Lie se rapporte aux équations aux dérivées partielles du premier ordre quelconques. Elle repose sur cette remarque que, l'équation considérée étant mise sous la forme

$$(7)\quad p + W(x, x_1, \ldots, x_n, z, p_1, \ldots, p_n) = 0 \qquad \left(p = \frac{\partial z}{\partial x},\quad p_i = \frac{\partial z}{\partial x_i}\right),$$

les équations différentielles des caractéristiques peuvent s'écrire

$$(8)\quad \frac{dx_i}{dx} = \frac{\partial W}{\partial p_i},\qquad \frac{dz}{dx} = \sum_{i=1}^{n} p_i \frac{\partial W}{\partial p_i} - W,\qquad \frac{dp_i}{dx} = -\frac{\partial W}{\partial x_i} - p_i \frac{\partial W}{\partial z},$$

ce qui représente, pour chaque valeur de x, une transformation de contact infinitésimale, ayant précisément W pour fonction caractéristique.

» On aura donc deux cas particuliers remarquables à considérer.

» Supposant d'abord que toutes ces transformations infinitésimales de contact appartiennent à un même groupe continu fini, défini par certaines fonctions caractéristiques linéairement indépendantes

$$(9)\qquad W_k(x_1, \ldots, x_n, z, p_1, \ldots, p_n) \quad (k = 1, 2, \ldots, r),$$

on aura des équations de la forme

$$(10)\qquad p + \sum_{k=1}^{r} \xi_k(x) W_k(x_1, \ldots, x_n, z, p_1, \ldots, p_n) = 0,$$

pour lesquelles les équations (8) des caractéristiques seront des équations de Lie.

» L'intégration de ces équations (10) se ramènera donc, dans des cas très étendus [toutes les fois, en particulier, que le groupe (9) sera transitif], à l'intégration d'équations différentielles ordinaires linéaires.

» On peut aussi supposer que toutes les transformations infinitésimales de contact, ayant pour fonctions caractéristiques celles qu'on obtient en donnant à x toutes les valeurs possibles, dans la fonction W de l'équa-

tion (7), appartiennent à un même groupe continu infini, et l'on sera alors ramené aux systèmes que nous signalions plus haut.

« 3. Je profite de l'occasion pour signaler ce résultat, implicitement contenu dans mes recherches antérieures, que l'intégration d'un système de Lie (3) dépend uniquement de l'intégration d'équations différentielles linéaires ordinaires, toutes les fois que l'on connaît les équations de définition des équations finies du groupe (2) qui y figure. »

MÉCANIQUE. — *Sur les positions d'équilibre instable.* Note de M. P. PAINLEVÉ, présentée par M. E. Picard.

« L'étude de l'instabilité, dans le voisinage d'une position d'équilibre où la fonction de forces n'est pas maxima, a fait, comme on sait, l'objet des travaux de M. Liapounoff et plus récemment de M. Kneser et de M. Hadamard. Je me propose d'étudier ici, en me limitant aux systèmes à deux paramètres, des cas importants qui échappent à la discussion de ces divers auteurs.

» Soient x, y les deux paramètres, $U(x, y)$ la fonction de forces, $2T$ la force vive du système. Je suppose que, dans le voisinage de la position d'équilibre *isolée* $x = 0$, $y = 0$, la fonction de forces soit du second ordre

$$U = \alpha x^2 + 2\beta xy + \gamma y^2 + \ldots \qquad (\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 \neq 0).$$

» Si $\beta^2 - \alpha\gamma$ est différent de zéro, l'équilibre est stable ou instable, suivant que U est maxima ou non, ainsi que l'a montré M. Liapounoff par la considération des trajectoires asymptotiques à l'origine. Mais si

$$\beta^2 - \alpha\gamma = 0,$$

la discussion de M. Liapounoff est en défaut. Je vais montrer que, *dans ce cas encore, quand* U *n'est pas maxima, l'équilibre est instable.*

» On peut toujours choisir x, y, de façon que dans le domaine des valeurs $x = 0$, $y = 0$, $x' = 0$, $y' = 0$, les équations du mouvement soient de la forme

$$x''(1 + \ldots) = \lambda x + \ldots,$$
$$y''(1 + \ldots) = \mu y + \ldots,$$

λ étant nul avec $\beta^2 - \alpha\gamma$. Si une des quantités λ, μ est positive, il existe des

trajectoires asymptotiques à l'origine : l'équilibre est instable. Le seul cas à considérer est donc le cas : $\lambda = 0$, $\mu < 0$.

» Traçons dans le plan xOy un cercle C ayant l'origine comme centre et de petit rayon ρ. Soit A l'aire intérieure à C où U est positif; A est limité par une courbe ayant un rebroussement à l'origine ou par deux courbes tangentes en O à Ox. Le rayon ρ de C étant pris suffisamment petit, je démontre le théorème suivant :

» *Soient* (x_0, y_0) *ou* M_0 *un point de l'aire* A, *et* T_0 *une valeur de* T *telle que la quantité* $h = T_0 - U_0$ *soit négative. Dans tout mouvement répondant à ces conditions initiales, le point* M *ou* (x, y) *sort du cercle* C. *L'équilibre est donc instable.*

» On peut compléter ce théorème par les suivants :

» 1° M_0 *étant pris dans* A *et* T_0 *étant moindre que* U_0, *on peut disposer de la direction* $\frac{y'_0}{x'_0}$ *de la vitesse initiale de façon que le point* M *ou* (x, y) *atteigne, au bout d'un temps fini, la courbe* $U + h = 0$ (*avec une vitesse nulle*) *et rétrograde ensuite sur sa trajectoire.*

» 2° *Si* $T_0 = U_0$, *le point* M *ou bien sort de* C *au bout d'un temps fini, ou bien tend vers* 0, *quand t croît indéfiniment. Il existe dans* A *au moins une trajectoire asymptotique à l'origine, mais il peut n'en exister qu'une.*

» Le raisonnement précédent n'est en défaut que si la surface

$$z = U(x, y)$$

est tangente au plan $z = 0$ le long d'une certaine courbe passant par l'origine, mais reste au-dessous de ce plan dans le voisinage de l'origine. Je n'ai pu démontrer, dans ce cas, que l'équilibre soit nécessairement instable, bien que la chose soit très vraisemblable, mais la position d'équilibre O n'est pas alors *isolée*. J'ai donc bien établi la proposition énoncée :

» *Si dans le voisinage d'une position d'équilibre isolée,* $x = 0$, $y = 0$, U *est du second ordre en* x, y, *pour que la position soit stable,* IL FAUT (*et il suffit*) *que* U *soit maxima.*

» Considérons maintenant un cas tout différent, celui *où* $U(x, y)$ *commence par des termes d'ordre* $(m \geqq 2)$, *mais où toutes les tangentes réelles à l'origine de la courbe* $U = 0$ *sont distinctes*. La fonction U n'étant pas maxima, deux hypothèses sont possibles : U est minima ou U n'est ni maxima, ni minima.

» I. U *est minima.* — L'équilibre est instable. Ce cas a déjà été traité tout

différemment par M. Liapounoff. Mais on peut énoncer de plus les propositions suivantes :

» C étant un cercle du plan xOy ayant l'origine comme centre et de rayon ρ suffisamment petit, et M_0 un point donné intérieur à C :

» 1° *Si* $T_0 < U_0$, *tout mouvement répondant à ces conditions initiales emporte le point* M *hors du cercle* C *au bout d'un temps fini.* On peut, de plus, disposer de la direction initiale de la vitesse de façon que M atteigne, au bout d'un temps fini (avec une vitesse nulle) la courbe $U + h = 0$ et *rétrograde* ensuite sur sa trajectoire.

» 2° Si $T_0 = U_0$, le point M ou bien sort de C, ou bien tend vers O quand t croît indéfiniment; M_0 et T_0 étant donnés, on peut disposer de la direction initiale de façon que M tende vers O sans jamais l'atteindre. *Il passe donc par chaque point de* C *au moins une trajectoire asymptotique à l'origine.*

» 3° Si $T_0 > U_0$, on peut disposer de la direction de la vitesse initiale de façon que M atteigne l'origine en un temps fini.

» Ces trois propositions ont été établies différemment par M. Kneser, dans le cas particulier du mouvement d'un point libre dans un plan, et en supposant de plus $m = 2$.

» II. U *n'est ni maxima ni minima.* — Soit OL une des demi-branches réelles de la courbe $U = 0$ issues de l'origine et tracées dans un certain sens. Ces $2k$ branches ($k \geqq 1$) décomposent l'aire du cercle C en $2k$ aires où U est alternativement positif et négatif. Soient $A_1, A_2, \ldots, A_k$ les k aires où U est positif. L'aire A_1, par exemple, est comprise entre les deux demi-branches OL_1, OL_2; un changement de variables qui transforme OL_1 et OL_2 en deux demi-droites permet de démontrer bien simplement le théorème suivant (qui suppose le rayon ρ de C pris suffisamment petit) :

» *Le point* M_0 *étant un point donné de l'aire* A_1, *si l'on a* $T_0 < U_0$, *dans tout mouvement répondant à ces conditions initiales, le point* M *sort de* C. *L'équilibre est donc instable. De plus, on peut disposer de la direction initiale de la vitesse de façon que* T *s'annule au bout d'un temps fini et que* M *rétrograde sur sa trajectoire.*

» *Si l'on a* $T_0 = U_0$, *le point* M *sort de* C *ou bien tend vers* O *quand* t *croît indéfiniment. Il existe au moins une trajectoire asymptotique à l'origine dans l'aire* A_1, *donc en tout au moins* k *trajectoires asymptotiques à l'origine. Mais il peut n'en exister que* k *seulement.*

» La méthode s'étend (avec quelques complications) à un nombre quelconque de variables. En particulier, si U est du second ordre dans le voi-

sinage de l'origine, on peut répéter les énoncés I ou II suivant que U est minima à l'origine, ou n'est ni maxima ni minima. La méthode permet aussi d'affirmer l'instabilité de l'équilibre dans des cas où les forces ne dérivent pas d'un potentiel. »

CINÉMATIQUE. — *Sur le déplacement d'un plan dont tous les points décrivent des lignes sphériques.* Note de M. **Raoul Bricard**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note précédente ([1]), j'ai signalé un déplacement particulier tel que tous les points d'un plan, entraîné dans ce déplacement, décrivent des lignes sphériques.

» J'ai cherché à étendre ce résultat, en résolvant la question suivante : *Quelles sont les conditions les plus générales dans lesquelles le déplacement d'un plan s'effectue de telle manière que tous ses points restent sur des sphères dont les centres appartiennent aussi à un même plan ?* La solution de ce problème donne la connaissance d'un système articulé, formé de deux plans dont les points sont réunis deux à deux par des tiges rigides.

» J'ai l'honneur d'indiquer ici le résultat auquel je suis parvenu. Je laisse de côté, bien entendu, les solutions évidentes (déplacement autour d'un point fixe ; translation telle que tous les points du plan restent sur des sphères égales).

» Posons

$$(1)\quad \begin{cases} \xi = 2a, & \eta = 0, & \zeta = -2a\lambda, \\ \alpha = \dfrac{1}{h^2}(2a^2\lambda^2 - h^2), & \beta = \dfrac{2a^2\lambda\mu}{h^2}, & \gamma = \dfrac{2a^2\lambda}{h^2}, \\ \alpha' = \dfrac{2a^2\lambda\mu}{h^2}, & \beta' = \dfrac{1}{h^2}(-2a^2\alpha^2 + h^2 - 2a^2), & \gamma' = \dfrac{2a^2\mu}{h^2}, \\ \alpha'' = \dfrac{2a^2\lambda}{h^2}, & \beta'' = \dfrac{2a^2\mu}{h^2}, & \gamma'' = \dfrac{2a^2 - h^2}{h^2}, \end{cases}$$

a et b étant deux longueurs constantes, λ et μ deux paramètres variables satisfaisant à la relation

$$(2)\qquad \lambda^2 + \mu^2 = \frac{h^2 - a^2}{a^2}.$$

» On reconnaît tout d'abord aisément que les quantités $\alpha, \beta, \ldots, \gamma''$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 939.

peuvent être prises pour cosinus des angles formés deux à deux par les arêtes de deux trièdres trirectangles. On peut donc définir au moyen des relations (1) et (2) le déplacement d'un triangle trirectangle mobile $O'x'y'z$ par rapport à un trièdre trirectangle fixe $Oxyz$, ξ, η, ζ étant les coordonnées de O', (α, β, γ), $(\alpha', \beta', \gamma')$, $(\alpha'', \beta'', \gamma'')$ étant les cosinus directeurs de $O'x'$, $O'y'$, $O'z'$. *Pendant ce déplacement, les points du plan* $O'x'y'$ *restent tous sur des sphères fixes dont les centres appartiennent au plan* Oxy, *et ce même déplacement est le plus général de son espèce.*

» Le point $M'(x'y')$ du plan $O'x'y'$ reste à distance invariable du point $M(x, y)$, appartenant au plan Oxy, et tel que l'on ait

$$x = \frac{h^2 x'}{x'^2 + y'^2}, \qquad y = \frac{-h^2 y'}{x'^2 + y'^2}.$$

» *Ainsi, les points* M *et* M' *se correspondent dans une transformation dont les formules ne sont autres que celles de l'inversion.*

» Voici diverses propriétés du déplacement défini ci-dessus :

» 1° Le point O' décrit une droite ; tous les autres points de l'axe $O'z'$ décrivent des ellipses ;

» 2° Le plan $O'x'y'$ passe par le point fixe $\left(x = \frac{h'}{a}, y = 0, z = 0\right)$. Comme ce plan fait un angle constant avec le plan Oxy, il enveloppe un cône de révolution.

» 3° Le trièdre mobile et le trièdre fixe sont constamment symétriques par rapport à une droite variable, de sorte que le déplacement inverse est identique au déplacement direct.

» Les équations de cette droite, par rapport au trièdre fixe, sont

$$\frac{x - a}{\lambda} = \frac{y}{\mu} = z + a\lambda.$$

» Elle engendre une surface de quatrième ordre, dont l'équation est, en transportant l'origine au point $(a, 0, 0)$,

$$[a(x^2 + y^2) + (a^2 - h^2)x]^2 + (a^2 - h^2)(x^2 + y^2)z^2 = 0.$$

» Cette surface est susceptible d'une définition géométrique très simple : *C'est le lieu des droites qui rencontrent* Oz *sous un angle constant et qui s'appuient en même temps sur un cercle tracé dans le plan des* xy *et passant par le point* O. Elle jouit de cette propriété que *le lieu des projections d'un point quelconque du plan des* xy *sur ses génératrices est une courbe sphérique.*

» 4° En tirant parti des propriétés précédentes, on peut donner du dé-

placement étudié une définition qui permet de le concevoir assez nettement.

» Marquons dans un plan P deux points O et A, et soit Oz la perpendiculaire élevée à P par le point O. Formons un système analogue (P', A', $O'z'$), tel que $O'A' = OA$.

» Laissant fixe le premier système, déplaçons le second de telle manière que le point A' reste sur Oz, que la droite $O'z'$ passe constamment par le point A, et que les deux plans P et P' fassent entre eux un angle invariable (cinq conditions). *Les points du plan* P' *restent tous sur des sphères dont les centres appartiennent au plan* P.

» Je terminerai en rattachant la question qui fait l'objet de cette Note à la théorie de l'*octaèdre articulé*, que j'ai traitée ailleurs ([1]); j'ai montré qu'un octaèdre ABC A'B'C', dont les arêtes sont rigides, est déformable quand les deux faces opposées ABC, A'B'C' sont symétriques par rapport à une droite. Si l'on suppose que, dans ces deux faces, les points B et C, d'une part, B' et C', de l'autre, deviennent les points cycliques, le déplacement relatif des plans ABC, A'B'C' sera identique à celui dont je viens de parler. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Le problème de la distribution de l'électricité et le problème de C. Neumann.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Poincaré.

« Si je ne me trompe, l'existence de la densité d'une couche superficielle sans action sur un point intérieur n'est démontrée, jusqu'à présent, que dans quelques cas particuliers.

» Dans cette Note, nous allons indiquer la solution de ce problème intéressant et, en même temps, la solution du problème de C. Neumann pour les surfaces convexes (S) ayant la courbure finie et déterminée.

» Désignons par r la distance du point s sur (S) au point M, par ds l'élément de la surface (S), par n la normale extérieure à cette surface. Soit ρ_0 une fonction quelconque finie et continue sur (S). En entendant par $\frac{\partial V_k}{\partial n}$ la valeur de cette fonction sur (S), formons la suite d'intégrales

$$(1)\qquad V_1 = -\frac{1}{2\pi}\int \rho_0 \frac{1}{r}\,ds, \qquad V_k = -\frac{1}{2\pi}\int \rho_{k-1}\frac{1}{r}\,ds,$$

([1]) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1897.

où

$$\rho_{k-1} = \frac{\partial V_{k-1}}{\partial n} \qquad (k = 2, 3, \ldots).$$

» V_k sont les fonctions du point M. Supposons que M est un point de la surface (S). Désignons par ψ l'angle fait avec la normale n au point M par la droite $\overline{sM}$, par φ l'angle fait par $\overline{Ms}$ avec la normale n au point s. On aura

(2) $$\rho_k = \frac{1}{2\pi}\int \rho_{k-1}\frac{\cos\psi}{r^2}\,ds \qquad (k = 1, 2, 3, \ldots).$$

» Soit v_k le module de V_k. Si ρ_0 est une fonction positive, on a

$$v_k = \frac{1}{2\pi}\int v_{k-1}\frac{\cos\varphi}{r^2}\,ds.$$

» Par conséquent,

(3) $$M_k < M_{k-1}, \qquad m_k > m_{k-1},$$

M_k et m_k étant le maximum et le minimum de v_k, et

(4) $$\lim V_k = \text{const.}$$

» Supposons que la courbure de la surface (S) est finie et différente de zéro. On peut assigner une limite supérieure D_1 et une limite inférieure D_0 du rapport $\frac{r}{\cos\psi}$. Soit en particulier $\rho_0 = 1$. Désignons la valeur correspondante de V_k par K_k, la valeur de ρ_k par I_k. Soient M_k^0 et m_k^0 le maximum et le minimum de $|K_k|$. On peut démontrer sans peine que

(5) $$\frac{m_k^0}{D_1} \leqq I_k \leqq \frac{M_k^0}{D_0}.$$

» En employant les notations ordinaires (voir E. Picard, *Traité d'Analyse*, t. I, p. 155), nous tirerons des égalités (2) à l'aide de la méthode de moyenne arithmétique de C. Neumann,

$$N_k - n_k \leqq (N_{k-1} - n_{k-1})\left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{I_{sk}^\beta}{I_{sk}} + \frac{I_{s'k}^\alpha}{I_{s'k}}\right)\right] = (N_{k-1} - n_{k-1})(1 - \tau_k),$$

N_k et n_k étant le maximum et le minimum du rapport $\frac{\rho_k}{I_k}$.

» En tenant compte des inégalités (3) et (5), on peut démontrer que

$$\tau_k > Q\frac{D_0^2\, l}{2 D_1^2 L^2} = \mu \qquad (\mu < 1),$$

l et L étant le minimum et le maximum de $\int \frac{ds}{r}$, Q le minimum de la somme

$$\int_\alpha \frac{ds}{r_1} + \int_\beta \frac{ds}{r}.$$

» Par suite

$$N_k - n_k \leqq (M_0 - m_0)(1-\mu)^k = (M_0 - m_0)\lambda^k \qquad (\lambda < 1).$$

» 1. Supposons que ρ_0 satisfait à la condition

$$\int \rho_0 \, ds = 0.$$

On a pour toute valeur de k [inégalités (3) et (5)]

$$|\rho_k| \leqq (M_0 - m_0) I_k \lambda^k \leqq (M_0 - m_0) \frac{M_1}{D_0} \lambda^k.$$

» Donc *la série* $\sum_{k=p}^{\infty} \rho_k$ *converge absolument et uniformément sur* (S).

» D'après cela, formons la fonction

$$V = \frac{1}{2\pi} \int (\lambda\rho_0 + \lambda^2 \rho_1 + \ldots + \lambda^{k+1} \rho_k + \ldots) \frac{1}{r} ds,$$

λ étant une constante dont le module est inférieur ou au plus égal à l'unité.

» *En posant* $\lambda = 1$, *nous obtiendrons la solution du problème intérieur de C. Neumann; en posant* $\lambda = -1$, *la solution du problème extérieur.*

» 2. Supposons maintenant que ρ_0 est toujours positif sur (S). On a

$$\rho'_k = \frac{1}{2\pi} \int \rho'_{k-1} \frac{\cos\psi}{r^2} ds, \qquad \rho'_{k-1} = \rho_k - \rho_{k-1}.$$

» D'après ce que nous avons expliqué, on peut affirmer que la série $\sum_{k=1}^{\infty} \rho'_k$ converge absolument et uniformément sur (S).

» *Donc* ρ_k *tend vers une limite* ρ ($\rho > 0$).

» En tenant compte des égalités (1) et en passant à la limite, nous aurons [d'après (4)]

$$\int \frac{\rho}{r} ds = \text{const.}$$

» Par conséquent $\rho = \lim \rho_k$ *est la densité d'une couche superficielle sans action sur un point intérieur.*

» Le problème de la distribution de l'électricité, et en même temps le

problème de C. Neumann, est donc résolu pour toutes les surfaces convexes avec la courbure finie et différente de zéro. Mais cette dernière restriction n'a rien d'essentiel.

» Les résultats obtenus seront encore vrais quand la surface (S) contient un nombre fini de portions planes et l'aire des portions, où la courbure est différente de zéro, n'est pas égale à zéro. »

CHIMIE. — *Nouveau procédé d'attaque du platine. Préparation des bromoplatinates d'ammonium et de potassium.* Note de M. **Georges Méker** (1), présentée par M. H. Moissan.

« Le platine est considéré comme inattaquable dans une beaucoup trop large mesure et des mélanges salins, que l'on pourrait considérer comme inactifs, l'attaquent profondément.

» Le platine, même très divisé, résiste à l'action du sulfate d'ammonium fondu ; les chlorures et les bromures alcalins ne l'attaquent que d'une façon insensible, aux températures comprises entre 250° et 350°; au contraire, dans le cas du mélange de ces sels, surtout lorsqu'il s'agit du couple sulfate et bromure ammonique, ou, ce qui conduit au même résultat, sulfate d'ammoniaque et bromure de potassium, la corrosion du métal est très rapide.

» Quand on chauffe un des mélanges précités dans une capsule de platine ordinaire, pendant quelques instants, on voit la surface de contact devenir d'un beau rouge vif, tandis que le métal subit une corrosion d'apparence analogue à celle qui, dans le cas bien connu du fer-blanc, produit le moiré métallique.

» J'ai vérifié que le sel rouge ainsi formé était du bromoplatinate d'ammonium.

» Jusqu'à présent, la seule mention qui, à ma connaissance, ait été faite de la préparation de ce sel est de Topsoë en 1868. Cette préparation consistait dans la combinaison du bromure d'ammonium avec le tétrabromure de platine. Ce dernier sel étant difficile à obtenir, j'ai cherché à utiliser l'attaque directe du platine pour avoir facilement le bromoplatinate d'ammonium.

» A cet effet, on fond lentement, dans une capsule de porcelaine, six

---

(1) École de Physique et de Chimie. Laboratoire de M. Étard.

parties de sulfate d'ammonium ordinaire; puis, quand le sel est fondu et que la température est d'environ 300°, on y ajoute, en agitant, une partie de bromure d'ammonium ou plus simplement du bromure de potassium pulvérisé, auquel on a incorporé, par écrasement de la masse, du noir ou même des lames minces de platine. On agite avec un thermomètre, en maintenant la température voisine de 330°, la masse ne tarde pas à devenir rouge vif et à mousser assez fortement, en même temps qu'il se dégage des vapeurs blanches de bromure et de sulfate d'ammonium. Au bout de dix à quinze minutes de chauffe, on coule la masse, puis on la reprend par le moins d'eau possible; on filtre; il reste sur le filtre un précipité rouge vermillon, tandis que les solutions salines ne contiennent pas sensiblement de platine; le sel formé étant insoluble ou fort peu soluble dans les sels ammoniacaux. On lave le précipité avec un peu d'eau froide jusqu'à ce que celle-ci commence à passer colorée; on change alors de récipient et l'on arrose le filtre avec de l'eau bouillante, le bromo-platinate se dissout et laisse un faible résidu de platine non attaqué. Les solutions aqueuses de bromoplatinate étant concentrées puis refroidies lentement abandonnent des cristaux rouge cramoisi d'un vif éclat, solubles dans environ deux cents fois leur poids d'eau.

» L'analyse de ces cristaux montre qu'ils sont formés de bromoplatinate d'ammonium pur.

	I.	II.	Théorie pour 100.	Trouvé pour 100. Moyenne.
Matière	0,346	0,246	»	»
Platine (par calcination)	0,095	0,0665	27,32	27,24
Matière	0,348	0,4425	»	»
Platine (par le magnésium)	0,097	0,123	27,32	27,68
Brome	»	»	67,60	66,96
Azote	»	»	3,94	3,85

» Le dosage du platine a été fait de deux façons : par calcination directe et par précipitation au moyen du magnésium. Dans ce dernier cas, les chiffres obtenus ont toujours été un peu forts, par suite des traces d'impuretés contenues dans le magnésium. Le brome a été dosé dans les eaux-mères de précipitation du platine à l'état de bromure d'argent.

» Ainsi qu'il arrive pour le chloroplatinate, la potasse ne déplace pas toute l'ammoniaque du bromoplatinate; ce n'est qu'en précipitant le platine par le magnésium que la magnésie formée par l'action de l'eau bouillante dégage complètement l'ammoniaque et en permet le dosage.

» Par la méthode qui vient d'être exposée, on peut préparer facilement et en abondance le bromoplatinate d'ammoniaque; toutefois, dans une même opération, on ne transforme le platine que proportionnellement à son état de division.

» A l'état de mousse ou de noir très fin non métallisé par frottement, les deux tiers du métal environ peuvent être convertis en sel; le reste, enveloppé d'une gaine de cristaux bromoplatiniques insolubles dans le milieu, ne s'attaque plus. Quand il s'agit de lames, il convient de les frotter à l'intérieur du bain fondu afin de renouveler la surface d'action.

» Il est à remarquer que les cristaux de bromoplatinate, déposés par refroidissement d'une solution chaude, ont la forme de cubo-octaèdres sur lesquels les faces octaédriques sont très développées, tandis que ceux déposés par évaporation spontanée d'une solution froide se rapprochent beaucoup plus du cube.

» Par évaporation à l'air libre, on obtient, au bout de quelques mois, des cristaux cubiques pouvant atteindre jusqu'à 2^{mm} à $2^{mm},5$ de longueur d'arête et possédant parfois de faibles modifications octaédriques.

» Si l'on essaye de remplacer le bromure d'ammonium ou de potassium par du chlorure, on n'a pas une réaction nette; il se fait bien un peu de chloroplatinate ammonique, mais on a en outre des dérivés ammoniés provenant de l'action des produits de décomposition du sulfate d'ammonium sur le chloroplatinate, qui paraît dès lors moins stable que le bromosel décrit ci-dessus.

» Le remplacement du bromure par un iodure n'a pas conduit à un iodoplatinate, l'iode étant immédiatement déplacé par l'action acide du sulfate fondu et l'intervention de l'air.

» Si l'on remplace le sulfate d'ammonium, qui, à chaud, équivaut en réalité à un bisulfate, par du bisulfate de potassium, on obtient du bromoplatinate de potassium; mais le rendement est mauvais, la plus grande partie du brome se dégageant à l'état d'acide bromhydrique et de métalloïde libre. De plus, le bromoplatinate de potassium est un peu soluble dans les sels de potassium, ce qui rend la séparation difficile, et l'on ne peut songer à l'insolubiliser au moyen de sulfate d'ammonium, ce dernier ayant la curieuse propriété d'agir sur le bromoplatinate de potassium pour le transformer en sel d'ammonium. Le mélange de bisulfate et de chlorure de potassium donne du chloroplatinate potassique, mais l'opération n'est pas pratique, elle n'offre d'ailleurs aucun intérêt.

» La réaction du mélange des sulfates et bromure d'ammonium ou de

potassium sur le platine, est une réaction sensible et pratique qui présente, en outre, un caractère spécifique. »

CHIMIE. — *Sur l'oxyde phosphoreux.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé récemment l'action qu'exerce à froid PCl^3 sur PO^3H^3 cristallisé : dégagement de HCl et formation d'un liquide sirupeux de composition non définie, qui se maintient en équilibre au contact de l'excès de PCl^3.

» A chaud, la réaction est plus complète et conduit à la formation d'un corps solide jaune rougeâtre qui n'est autre que l'oxyde phosphoreux P^2O que j'ai déjà décrit dans une précédente Communication comme résultat de l'action de PH^4Br sur $POCl^3$.

» Si l'on chauffe au bain-marie, vers 100°, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, une solution concentrée de PO^3H^3 que surnage un excès de PCl^3, il y a dégagement continu de HCl et formation, au sein de la solution de PO^3H^3, qui s'épaissit graduellement, d'un corps solide jaune clair en petite masse, jaune rougeâtre quand il se présente en masse plus considérable ; en continuant l'opération, la masse sirupeuse devient tellement épaisse qu'il est nécessaire d'agiter fréquemment pour renouveler les surfaces de contact. Si enfin on pousse la réaction à froid, on voit se former un corps solide blanc pulvérulent ayant l'apparence de P^2O^5. La réaction terminée et après refroidissement, on ajoute de l'eau avec précaution, car cette addition est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable et parfois d'un bruit analogue à celui qui accompagne l'hydratation de P^2O^5.

» La solution aqueuse tient en suspension le corps solide rougeâtre qu'on retient sur un filtre, lave à l'eau froide et dessèche dans le vide sec à froid : c'est de l'oxyde phosphoreux P^2O qui s'obtient ainsi à un grand état de pureté. L'analyse de deux échantillons provenant de préparations différentes a donné les nombres :

P pour 100.... 79,37 80,06 Théorie pour P^2O.... 79,49

» Le mécanisme de la réaction peut se concevoir de la façon suivante :

» PCl^3 réagissant sur PO^3H^3 donnerait P^2O^3 qui se décomposerait ultérieurement en P^2O et P^2O^5 ; cette interprétation conforme à l'observation peut se traduire par les deux équations

$$PCl^3 + PO^3H^3 = 3HCl + P^2O^3 \qquad 2P^2O^3 = P^2O + P^2O^5$$

et c'est à la formation de ce dernier corps que seraient dues l'apparition, en fin de réaction, d'un corps solide blanc et la majeure partie du dégage-

ment de chaleur lors du traitement par l'eau. Il importe par suite, d'opérer à la plus basse température possible.

» L'oxyde phosphoreux prend également naissance par l'oxydation directe du phosphore dans les circonstances suivantes:

» On fait passer lentement un courant d'air parfaitement desséché à travers une solution de phosphore dans le tétrachlorure de carbone, solution maintenue à l'abri de la lumière; on peut faire usage de chlorure de carbone saturé de phosphore à la température de 30°-40° et déterminer l'oxydation à froid ou au bain-marie tiède. Comme le phosphore est peu soluble dans CCl^4, on peut obtenir davantage de produit en opérant en présence d'un excès de phosphore, que l'on fond au début de l'expérience et dont on sature le liquide par agitation; l'oxydation s'effectue au bain-marie tiède.

» Il apparaît bientôt un dépôt floconneux blanc jaunâtre qui ne tarde pas à former une bouillie épaisse. On chasse alors le dissolvant au bain-marie dans un courant d'acide carbonique, on lave le résidu avec du sulfure de carbone chaud dont on chasse ensuite les dernières traces dans le courant de CO^2. On le traite ensuite par l'eau avec précaution; une partie de la matière se dissout avec dégagement de chaleur, on jette sur un filtre qui retient une matière jaune qu'on lave à l'eau chaude puis à l'eau froide et qu'on dessèche dans le vide. La matière ainsi séparée n'est autre que de l'oxyde phosphoreux comme il ressort des analyses suivantes qui ont donné:

P pour 100..... 78,85 79,10 Théorie pour P^2O..... 79,49

» Il présente tous les caractères physiques et chimiques se rapportant au même corps préparé par les procédés que j'ai précédemment indiqués.

En résumé, l'oxyde phosphoreux P^2O forme la majeure partie du produit impur, appelé *oxyde rouge* ou *oxyde jaune*, et qui contenait soit du phosphore, amorphe soit du phosphure solide d'hydrogène (1). »

CHIMIE. — *Propriétés du carbure de sodium.* Note de M. **Camille Matignon.**

« Dans deux Notes récentes (2), j'ai donné le mode de préparation à l'état pur du carbure de sodium et de l'acétylène monosodé, les relations entre ces deux produits au point de vue de leur genèse et leur étude thermique. La présente Note est relative aux propriétés du carbure de sodium.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 775 et 1026; 1897.

» *Propriétés physiques.* — Le carbure de sodium est obtenu sous la forme d'une poudre blanche, forme particulièrement commode pour les réactions; la densité prise à 15° dans le toluène a été trouvé égale à 1,575; ce carbure est insoluble dans tous les dissolvants. Malgré sa formation endothermique à partir de ses éléments ($-9^{Cal},8$), ce corps n'est pas sensible au choc et à la friction; on peut le manier sans aucun danger.

» *Propriétés chimiques.* — L'oxygène et l'air sec n'agissent pas à la température ordinaire, un léger échauffement provoque la combustion du produit avec incandescence et résidu de CO^3Na^2.

» Projeté dans un flacon de chlore sec, le carbure devient incandescent et projette des étincelles dans tout le flacon; il se forme du charbon. C'est une belle expérience de cours. Avec le brome, l'attaque peut être explosible avec dépôt de charbon; mais en opérant avec précaution, il se forme des composés de brome et de carbone qu'on n'a pu jusqu'ici obtenir à l'état pur. L'iode donne avec le carbure une réaction plus modérée; on peut isoler C^2I^4, fondant à 185°.

» L'hydrogène est sans action.

» Le phosphore, agissant directement sur le carbure placé dans l'hydrogène, se combine violemment avec lui, à une température variable d'une expérience à l'autre et comprise entre 50° et 180°; le produit obtenu dégage PH^3 au contact de l'eau; c'est du phosphure de sodium. Différents essais pour obtenir le composé inconnu CPNa, n'ont pas donné jusqu'ici de résultats, même en employant comme intermédiaire un dissolvant du phosphore.

» Le carbure de sodium, projeté à la surface de l'eau, donne une violente explosion avec mise en liberté de charbon; il est indispensable d'opérer avec de petites quantités quand on veut réaliser intégralement la décomposition

$$C^2Na^2 + 2H^2O = C^2H^2 + 2NaOH,$$

et obtenir la quantité théorique d'acétylène.

» Le carbone s'enflamme dans le gaz chlorhydrique, la réaction est représentée en grande partie par l'équation

$$C^2Na^2 + 2HCl = 2NaCl + C^2 + H^2;$$

on obtient cependant un peu d'acétylène. Si l'on fait agir le gaz sur le carbure mis en suspension dans l'éther, on peut éviter la formation de charbon et obtenir de l'acétylène et les produits de l'action du gaz chlorhydrique sur ce dernier

$$C^2Na^2 + 2HCl = C^2H^2 + 2NaCl.$$

» Le carbure de sodium devient incandescent dans les gaz CO^2 et SO^2; souvent l'action a lieu à la température ordinaire, quelquefois il est nécessaire de chauffer légèrement. Dans tous les cas il y a dépôt de charbon.

» L'oxyde de carbone n'attaque pas C^2Na^2 au-dessous de 250°.

» L'acide sulfhydrique ne donne pas de réaction violente; vers 150° l'attaque commence avec dégagement d'acétylène, il reste du sulfhydrate de sodium

$$C^2Na^2 + 2H^2S = 2NaSH + C^2H^2.$$

» Les oxydes azoteux et azotique n'altèrent pas le carbure à la température ordinaire, mais à 270° pour le premier et 150° pour le second, le carbure devient incandescent, il reste du charbon et un produit soluble renfermant du carbonate de soude avec l'oxyde azoteux et un peu de nitrite avec l'acide azotique.

» Les corps oxydants, chlorates, azotates, bichromates, etc. forment avec le carbure des mélanges explosifs très sensibles au choc et à la friction.

» Certains chlorures et iodures mêlés avec la poudre deviennent incandescents sous le pilon du mortier, il y a souvent explosion. Les chlorures et iodures de plomb, de mercure, sont tous dans ce cas; du charbon, du plomb et du mercure sont mis en liberté. Les chlorures de phosphore, d'aluminium, de fer au maximum sont très dangereux à manier en présence du carbure. Les sulfates de mercure, de plomb, l'oxyde mercurique jaune sont aussi réduits violemment par le carbure quand on les mélange avec lui dans un mortier.

» Les iodures et bromures alcooliques attaquent le carbure à une température assez élevée, 180°; les bromures semblent agir mieux que les iodures; il paraît se former le carbure acétylénique symétrique $R.C \equiv C.R$ toutes les fois que l'iodure ou le bromure est stable à la température précédente et non décomposable, comme l'iodure d'isobutyle, avec lequel on obtient simplement l'isobutylène

$$2C^4H^9I + C^2Na^2 = 2NaI + C^2H^2 + 2C^4H^8.$$

La benzine monobromée reste sans action à 180°.

» Le carbure de sodium agit à froid sur un grand nombre de produits organiques. Les alcools primaires et secondaires dégagent de l'acétylène et donnent naissance à l'alcoolate correspondant

$$2C^3H^7OH + C^2Na^2 = C^2H^2 + 2C^3H^7ONa.$$

» Les aldéhydes, acétones, éthers sels réagissent violemment; il se dégage toujours de l'acétylène. Les anhydrides et chlorures d'acides décomposent aussi le carbure de sodium à chaud.

» Le carbure de sodium possède donc une activité chimique remarquable, incomparablement plus grande que celle du carbure de calcium. Les réactions qu'il provoque en Chimie minérale sont presque toujours très violentes, le carbure est alors décomposé partiellement avec mise en liberté de charbon, et le sodium intervient dans la réaction comme s'il était libre. L'étude des propriétés du carbure de sodium est continuée [1]. »

---

[1] Institut de Chimie de Lille : laboratoire de Chimie générale.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une série de nouvelles cétones cycliques.* Note de M. **A. Béhal**, présentée par M. Friedel.

« Le produit qui a servi à l'obtention de ces cétones est l'huile lourde que l'on prépare en distillant le goudron de bois. Elle constitue un mélange complexe qui renferme des corps acides, basiques et neutres ([1]).

» C'est cette dernière portion qui est utilisée pour leur préparation. Celle-ci repose sur une propriété que j'ai découverte et qui est la suivante : les cétones dont il s'agit sont solubles dans une solution aqueuse saturée d'acide chlorhydrique et, de plus, sont enlevées par cette solution au mélange qui les contient.

» *Préparation.* — Pour obtenir ces cétones on commence par priver, au moyen d'un traitement à l'aide des alcalis, l'huile lourde de bois des produits acides qu'elle renferme. Pour cela, on l'agite avec de la lessive des savonniers, employée en quantité suffisante pour éliminer les acides et les phénols ou les corps à fonction phénolique. L'huile surnageante est lavée avec un peu d'eau distillée, puis décantée. On l'agite ensuite avec la solution d'acide chlorhydrique employée en quantité variable suivant la teneur du produit. Pour cela, on agite une portion de l'huile mise en expérience, d'abord avec le cinquième de son volume d'acide chlorhydrique, puis successivement avec un dixième de cette même solution, jusqu'à ce que celle-ci, décantée, diluée et neutralisée par le carbonate de sodium, ne laisse plus surnager de couche huileuse. On répète alors le traitement sur la masse entière. Les solutions acides limpides sont réunies, additionnées de quatre fois leur volume d'eau et soumises à l'action d'un courant de vapeur. Il passe à la distillation de l'eau qui laisse surnager une couche huileuse que l'on décante. La solution aqueuse est de nouveau distillée et fournit, surtout au commencement, une nouvelle portion peu soluble dans l'eau; on la réunit à la portion précédente. Si

---

([1]) On a signalé parmi les corps neutres de l'alcool allylique (Aronheim), du rétène (Ehstrand), de l'oxyde de mésityle et de la phorone (Gradski et Kraemer, *D. chem. G.*, t. VII, p. 1492), du furfurol (Heill, *D. chem. G.*, t. X, p. 936), de la cétone adipique, de l'alcool amylique et une méthyl-cyclopenténone (E. Loofl, *Liebig's Ann.*, t. CCLXXV, p. 366).

l'on veut séparer les cétones solubles dans l'eau, il convient de redistiller les solutions aqueuses ou de les neutraliser par le carbonate de potassium, et de saturer l'eau qui les tient en dissolution au moyen de ce sel. On décante alors la couche surnageante.

» L'ensemble des produits ainsi recueillis forme un liquide faiblement teinté en jaune, possédant une odeur de menthe avec un arrière-goût de bases pyridiques. Il passe presque entièrement de 180° à 205°.

» *Séparation des cétones.* — Ces cétones ne paraissant pas avoir la même solubilité dans les liqueurs chlorhydriques de concentration différente, j'ai pensé à utiliser cette propriété pour séparer les divers produits qui constituent le mélange : j'ai employé l'acide chlorhydrique ordinaire étendu d'un ou de deux volumes d'eau. L'ensemble des cétones est agité avec ces solutions acides, employées d'abord à la plus grande dilution, jusqu'à ce qu'il ne leur cède plus sensiblement de substance.

» Les liqueurs acides sont distillées et traitées comme tout à l'heure. L'ensemble des huiles provenant d'un tel fractionnement est mis en contact avec une solution saturée de bicarbonate de potassium, puis décanté, séché sur le sulfate de sodium anhydre, et enfin rectifié à la pression ordinaire, dans un appareil muni d'un tube Le Bel-Henninger à trois boules. On le fractionne alors de deux en deux degrés.

» C'est la portion la plus abondante enlevée par une liqueur contenant un volume d'acide chlorhydrique et deux volumes d'eau, que j'ai d'abord étudiée. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les résultats obtenus avec cette portion, qui passe de 190° à 192°.

» Elle ne constitue pas un corps à l'état de pureté, mais un mélange de cétones, qu'il faut séparer.

» Voici la marche suivie pour cette séparation des cétones :

» *Séparation des cétones.* — Les cétones sont transformées en oximes au moyen du chlorhydrate d'hydroxylamine et de l'oxyde de zinc en opérant en solution alcoolique. Dans les différents essais que j'ai faits, pour faire cristalliser les oximes, je n'ai pu y parvenir directement. En revanche, on peut obtenir avec facilité leurs dérivés benzoylés à l'état de pureté. Pour cela il suffit de traiter à froid l'oxime, en solution aqueuse sodique, par le chlorure de benzoyle. Le dérivé benzoylé se sépare soit à l'état solide, soit à l'état pâteux ; on le recueille et on le lave. On le purifie par des dissolvants appropriés. On arrive ainsi à extraire facilement de la portion que nous venons de mentionner (190°-192°) deux dérivés benzoylés distincts,

l'un plus soluble dans le benzène froid, peu soluble dans l'alcool et l'éther même chaud. Il fond à 167°. L'autre est beaucoup plus soluble dans ces divers dissolvants et par conséquent plus difficile à obtenir à l'état de pureté. Il fond à 128°-129°.

» *Obtention des oximes à l'état de pureté.* — Ces dérivés benzoylés traités, à froid ou à température peu élevée en solution alcoolique, par un excès de soude, régénèrent avec facilité les oximes; il suffit d'étendre d'eau la solution alcoolique et de l'additionner d'une solution aqueuse saturée de bicarbonate de potassium pour que les oximes se précipitent; ou encore on essore, on lave et on les fait cristalliser dans un solvant convenablement choisi. L'oxime provenant du dérivé benzoylé fusible à 167° fond à 121°,5; celle provenant du dérivé benzoylé fusible à 129° fond à 102°,5.

» *Régénération des cétones.* — Enfin, on peut, au moyen de ces oximes, revenir facilement aux cétones primitives en les soumettant à la distillation aqueuse avec de l'acide chlorhydrique à 20 pour 100. L'oxime fusible à 121°,5 fournit ainsi une cétone bouillant à 192° sous 760^{mm}, possédant une odeur mixte de coumarine, de menthe et d'amandes amères. Sa densité à 0° est de 0,9866; elle cristallise et fond à 12°. Elle est soluble dans l'eau et dans la plupart des dissolvants organiques; elle possède une saveur de kirsch, très intense.

» L'oxime fusible à 102° fournit une cétone bouillant également à 192°, son odeur est très voisine de celle de la cétone que nous venons de mentionner. Elle est soluble dans l'eau et dans la plupart des dissolvants organiques; sa densité à 0° est de 0,9539. Elle ne cristallise pas lorsqu'elle est refroidie dans le chlorure de méthyle traversé par un courant d'air : ces cétones et celles qui les accompagnent me paraissent présenter un certain intérêt d'abord à cause de leur abondance. L'huile lourde résiduelle de la préparation des créosotes en renferme jusqu'à 16 pour 100 et jusqu'ici on brûlait ces résidus. Ensuite ces cétones sont nombreuses et appartiennent, pour la plupart, à la série des tétrahydrures benzéniques qu'on n'a fait qu'entrevoir jusqu'ici, ce qui permettra de pousser activement l'étude de ces composés.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie mes recherches sur la constitution de quelques-uns de ces composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la neutralisation de l'acide glycérophosphorique par les alcalis, en présence d'héliantine* A *et de phénolphtaléine*. Note de MM. **H. Imbert** et **A. Astruc**, présentée par M. Friedel.

« M. Joly ([1]) a montré que l'acide phosphorique se conduit, vis-à-vis de l'héliantine A, comme un acide monobasique, et vis-à-vis de la phtaléine du phénol, comme un acide bibasique.

» Le travail de cet auteur nous a conduits à appliquer ces réactifs à l'étude des glycérophosphates et de l'acide glycérophosphorique.

» La fonction éther de ce dernier permettait, en quelque sorte, son assimilation aux phosphates monométalliques. Il semblait donc, *a priori*, qu'il dût agir sur les réactifs colorants précédents comme ces sels. L'expérience montre qu'il n'en est pas ainsi.

» L'acide glycérophosphorique est acide à l'héliantine et à la phénolphtaléine. Et si, à un volume déterminé d'acide, on ajoute une quantité exactement suffisante d'une solution de soude pour neutraliser à l'héliantine, on constate que le liquide est encore acide à la phtaléine.

» La neutralisation n'a lieu qu'après addition d'un volume de la même solution de soude exactement égal au premier.

» La fonction éther existant dans l'acide glycérophosphorique n'a donc influencé que la fonction alcoolique de l'acide phosphorique, si bien mise en évidence par les travaux de MM. Berthelot et Louguinine ([2]).

» On peut baser sur ce qui précède un procédé de dosage rapide et assez rigoureux de l'éther acide dont il s'agit.

» L'expérience démontre, en effet, que l'héliantine vire lorsque, pour une molécule d'acide, on a ajouté exactement une molécule d'alcali caustique. Le glycérophosphate monométallique ainsi formé exige une nouvelle molécule d'hydrate alcalin pour virer à la phtaléine.

» En appliquant ces données au dosage d'une solution d'acide glycérophosphorique du commerce, nous avons trouvé qu'il contenait $14^{gr},50$ d'anhydride phosphorique pour 100, résultat que nous avons vérifié par le dosage pondéral. Pour cela, un volume déterminé de la solution d'acide a été évaporé en présence de potasse en excès, et le résidu a été calciné.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 529.

([2]) *Ann. de Ch. et de Ph.*, 5e série, t. IX, p. 23.

Ce dernier, repris par l'eau distillée, a été précipité à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, transformé en pyrophosphate de magnésium et pesé.

» Nous avons ainsi trouvé $14^{gr},95$ pour 100 d'anhydride phosphorique, résultat très voisin, comme on le voit, de celui qui a été fourni par la méthode acidimétrique.

» On peut conclure de ce qui précède que :

» 1° Par simple acidimétrie on peut doser assez exactement l'acide glycérophosphorique en solution dans l'eau ;

» 2° Le radical ($CH^2 - CHOH - CH^2OH$) de la glycérine a seulement fait disparaître la fonction alcoolique de l'acide phosphorique, puisque les deux oxhydryles restants agissent sur les matières colorantes comme l'acide phosphorique lui-même.

» Ce radical ne paraît imprimer à l'acide phosphorique d'autres caractères que ceux que lui imprimait la présence de l'hydrogène auquel il s'est substitué.

» Ceci a d'ailleurs été confirmé par l'étude des chaleurs de neutralisation de l'acide glycérophosphorique qui sera publiée ultérieurement.

» Nous nous proposons de compléter ce travail par de nouvelles recherches sur la neutralisation par les alcalis des mono- et diéthers phosphoriques, obtenus avec les alcools monoatomiques à fonction simple. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleur de neutralisation de l'acide glycérophosphorique*. Note de MM. **H. Imbert** et **G. Belugou**, présentée par M. Friedel.

« L'action que l'acide glycérophosphorique exerce sur les réactifs colorés, action décrite dans une Note précédente, nous a engagés à déterminer la chaleur de neutralisation de cet acide.

» Depuis longtemps déjà, MM. Berthelot et Louguinine ont montré que l'addition d'une molécule de soude à une molécule d'acide phosphorique dégage $14^{Cal},7$, quantité caractéristique des acides forts; une deuxième molécule de soude dégage $11^{Cal},6$, chaleur de neutralisation des acides faibles, tels que l'acide carbonique et l'acide borique; enfin une troisième molécule d'alcali produit un dégagement de chaleur de $7^{Cal},3$, analogue à la quantité dégagée par la formation des alcoolates alcalins.

» L'acide glycérophosphorique agissant sur les matières colorantes, hélianthine A et phtaléine du phénol, comme l'acide phosphorique lui-même,

il y avait lieu de voir si les deux fonctions acide fort et acide faible persistaient après éthérification.

» Nous avons fait agir successivement une première molécule de soude ou de potasse, puis une seconde, puis une troisième, sur une molécule d'acide glycérophosphorique, en nous conformant à toutes les indications données par M. Berthelot dans sa *Thermochimie*.

» Nous avons également ajouté en une seule fois deux molécules d'alcali à une molécule d'acide.

» Le Tableau ci-dessous donne les chaleurs de neutralisation avec la soude et la potasse :

$PO^4(C^3H^5O^2)H^2$ (1 mol. = 6^{lit}), KOH ou NaOH (1 mol. = 2^{lit}).

	Première expérience.	Deuxième expérience.
	Cal	Cal
$PO^4(C^3H^7O^2)H^2$ diss. + NaOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)NaH$ diss. + H^2O..	+14,9	+15,0
$PO^4(C^3H^7O^2)NaH$ diss. + NaO diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)Na^2$ diss. + H^2O...	+13,7	+13,8
$PO^4(C^3H^7O^2)Na^2$ diss. + NaOH diss...............................	+ 0,1	+ 0,1
$PO^4(C^3H^7O^2)H^2$ diss. + 2NaOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)Na^2$ diss. + $2H^2O$.	+29	»
$PO^4(C^3H^7O^2)H^2$ diss. + KOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)KH$ diss. + H^2O....	+15,9	»
$PO^4(C^3H^7O^2)KH$ diss. + KOH diss. = $PO^4(CO^3H^7O^2)K^2$ diss. + H^2O...	+13,9	»
$PO^4(C^3H^7O^2)K^2$ diss. + KOH diss...............................	+ 0,4	»
$PO^4(C^3H^7O^2)H^2$ diss. + 2KOH diss. = $PO^4(C^3H^7O^2)K^2$ diss. + $2H^2O$..	+29,3	»

» La première molécule d'alcali dégage donc autant de chaleur que si elle agissait sur l'acide phosphorique libre.

» La deuxième dégage une quantité de chaleur inférieure à celle dégagée par la première, mais cependant sensiblement supérieure à celle que dégage une molécule d'alcali agissant sur le phosphate monométallique correspondant. Cette différence tient probablement à ce que les glycérophosphates dimétalliques alcalins se dissocient moins facilement en solution aqueuse que le phosphate disodique.

» Quant à la troisième molécule d'alcali, son action est sensiblement nulle, tandis que la soude, réagissant sur le phosphate disodique, accuse, dans ce corps, l'existence d'une fonction alcool.

» Il n'est pas inutile de faire remarquer que deux molécules d'alcali, ajoutées d'un seul coup à une molécule d'acide, dégagent une quantité de chaleur qui est très exactement égale à la somme des quantités dégagées par l'addition successive d'une première, puis d'une seconde molécule d'alcali.

» L'éthérification de l'acide phosphorique par la glycérine semble donc avoir fait disparaître seulement la fonction alcoolique, les fonctions acide fort et acide faible persistant dans la molécule, ce qui est conforme aux résultats donnés par l'acidimétrie au moyen de l'héliantine A et de la phénolphtaléine.

» La persistance de ces fonctions tient-elle à la présence des oxhydryles de la glycérine?

» C'est ce que nous nous proposons de vérifier sous peu, en opérant sur les éthers phosphoriques des alcools mono-atomiques à fonction simple.

» En même temps, nous pensons qu'il convient de voir comment se comportent les diéthers phosphoriques dans les mêmes conditions. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouveaux documents relatifs au rachitisme.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats fournis par cent nouveaux dosages de chaux dans les urines d'enfants atteints de rachitisme avéré.

» Ces résultats, obtenus au moyen de la méthode rigoureuse que j'ai eu l'occasion déjà d'employer ([1]), se décomposent de la manière suivante :

» 28 dosages donnent, pour 1^{lit} d'urine, une proportion de chaux supérieure à $0^{gr},144$.

» 36 dosages donnent, pour le même volume d'urine, des proportions de chaux oscillant autour de $0^{gr},100$.

» 25 dosages donnent, pour le même volume d'urine, des proportions de chaux comprises entre $0^{gr},080$ et $0^{gr},050$.

» 11 dosages donnent, pour le même volume d'urine, des proportions de chaux inférieures à $0^{gr},050$.

» D'après ces analyses, 28 pour 100 des rachitiques examinés éliminent une quantité de chaux considérable. Cette proportion est peut-être assez élevée pour qu'il soit permis de penser que la perte en chaux est, sinon la cause, du moins l'une des causes principales de la maladie ([2]). »

([1]) *Comptes rendus,* année 1895.

([2]) Ces longues recherches ont été effectuées, de 1895 à 1897, dans mon service de l'Institut de Chimie, à la Faculté des Sciences de Montpellier.

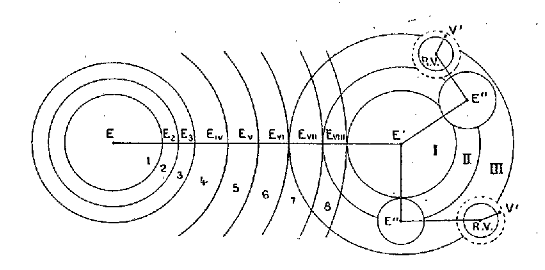
BOTANIQUE. — *Sur l'espèce en Botanique*. Note de M. **Paul Parmentier**, présentée par M. Guignard.

« Les phytographes ne s'accordent pas sur la définition de l'espèce. Leurs divergences tiennent surtout à ce que la plupart d'entre eux ne connaissent la plante que par ses caractères externes. Ceux-ci, en effet, peuvent être trompeurs et se reproduire, par hérédité, dans les milieux les plus différents avec une constance remarquable. Tels sont les résultats obtenus par Jordan sur les Roses sauvages : résultats qui ont permis à ce botaniste de multiplier les espèces dans des proportions justement regrettables.

» La considération exclusive des caractères morphologiques n'est pas meilleure que celle basée sur les données internes pour la définition de l'espèce. Le concours simultané de la morphologie et de l'anatomie est indispensable ici.

» Mes travaux de systématique, déjà nombreux, m'ont permis de circonscrire plus nettement l'entité spécifique et de la mettre en évidence aussi facilement dans les groupes diffus et réputés inextricables, tels que les genres *Thalictrum* et *Rosa*, que dans ceux qui sont les plus pauvres du règne végétal.

» Pour fixer les idées, je vais essayer de représenter par un graphique idéal la genèse des diverses entités taxinomiques à partir de l'espèce rationnelle ou ancestrale, qui est la forme ultime d'un phylum.



» Soit une espèce phylétique et *ancestrale* E, considérée à l'époque de la désarticulation des individus, c'est-à-dire avant toute influence d'adaptation et encore placée dans sa zone d'origine. Peu à peu, sous l'influence des divers modes d'adaptation, E revêtira des caractères quantitatifs externes et internes qui lui imprimeront un nouveau faciès faiblement

caractérisé au début, mais qui pourra le devenir davantage à mesure qu'il s'éloignera du centre de désarticulation en passant successivement dans les zones végétatives graduellement différentes E_2, E_3, E_4, ..., E_8. La loi de désagglomération l'obligera à effectuer ce déplacement. Ces adaptations diverses, très peu différentes dans leur action immédiate, ont amené E en E_8 dans un état prospère et bien organisé pour l'avenir. Il y fait souche d'enfants nombreux, rayonnant dans cette grande zone qui est l'extrême limite de l'espèce E toujours identique à elle-même. Un ou plusieurs des descendants de E franchissent la zone E_8. On remarquera que les conditions naturelles de cette zone extrême sont aussi peu différentes des nouvelles existant immédiatement en dehors d'elle. Mais, soit variations plus ou moins rapides de température, soit été plus sec ou hiver plus rigoureux, etc., E résistera ou périra. Dans la première hypothèse, il aura dû revêtir des caractères propres à lui donner cette résistance. Il aura cessé, dès lors, d'être identique à son ancêtre et sera devenu E'. Cette forme nouvelle diffère de l'espèce phylétique au moins par un caractère *qualitatif*. Après un temps plus ou moins long, ce caractère sera devenu héréditaire dans toute l'aire végétative I de E'. Par le même processus et sous des influences d'une identité relative à celle de E, notre nouvelle espèce rayonnera dans toutes les directions et prospérera dans la zone I qui est celle de ses conditions moyennes de végétation. La zone II (1) qui l'enveloppe et qui peut en différer par des reliefs ou dépressions du sol, le voisinage de forêts, etc., comporte de nouvelles influences météorologiques qui amèneront des modifications surtout morphologiques chez les descendants de E', soit en augmentant leur revêtement pileux, leurs aiguillons ou acicules, s'ils en portent ordinairement, soit en restreignant la surface de la feuille, en diminuant ou augmentant la hauteur de la tige, etc.

» Dès lors E', arrivé en III, deviendra E'', différant ainsi de son ancêtre immédiat uniquement par des caractères morphologiques quantitatifs. J'ai réalisé l'*espèce secondaire*, appelée par moi *morphologique*, si commune dans le genre *Rosa*. On reconnaîtra sans peine la variabilité de ses caractères externes, leur degré de développement exprimé par un plus ou un moins,

---

(1) Ces zones n'impliquent pas, dans mon esprit, l'idée d'une surface plane et régulièrement circulaire. Elles doivent être comparées à une portion de surface terrestre avec tous ses reliefs et ses dépressions. Il est facile de concevoir que ces divers accidents naturels, avec leur cortège d'influences variées, contribuent puissamment à détruire la régularité périphérique desdites zones.

et conséquemment l'existence de moyens termes, c'est-à-dire de formes intermédiaires entre cette espèce et d'autres voisines. E″ peut donc varier dans une certaine limite sous l'influence de causes locales moins accentuées, de la lumière, d'insolations plus fortes, de l'ombre, de l'humidité, de périodes végétatives plus rapides, etc., en augmentant, par exemple, le nombre des assises palissadiques du mésophylle, l'épaisseur des cuticules et des parois mécaniques, en enfonçant ses stomates au-dessous du niveau épidermique, en en augmentant le nombre, tout en en diminuant la longueur, etc. : autant de caractères qui se maintiennent assez bien dans le même milieu, mais qui disparaissent totalement ou partiellement dans un autre. E″ pourra donc posséder des races (R) et des variétés (V); lesquelles, à leur tour, à la suite de nouveaux et faibles changements morphologiques, pourront donner naissance à de nouvelles variétés, voire même à des variations (V′).

» Une hypothèse vient naturellement à l'esprit au sujet du retour que E′ pourrait faire dans l'aire de végétation de E. Dans le cas où cette éventualité se produirait, ce qui me paraît très possible, le ou les caractères qualitatifs distinctifs de E′ se maintiendraient-ils? Je n'hésite pas à répondre par l'affirmative : ce ou ces caractères étant devenus héréditaires, grâce à l'adaptation spéciale de E′, adaptation qu'il a dû s'imposer sous peine de disparaître. Il n'aura d'ailleurs à subir aucune modification qualitative, il a tout ce qui lui est nécessaire pour vivre dans cette aire végétative, puisqu'elle est le berceau de ses ancêtres. Entre E et E′, de même qu'entre toute espèce équivalente à E′, mais d'une épharmonie différente, il ne saurait y avoir de formes transitoires, puisqu'il est admis, sans discussion, qu'il ne saurait y avoir d'intermédiaire entre la *présence* et l'*absence* d'un organe. Cette notion de l'espèce répond pleinement aux *desiderata* de la systématique ; elle est la seule démontrée par les faits, et je l'adopte sans restriction.

» En résumé, l'*espèce*, telle qu'on doit l'interpréter en Botanique, *est l'ensemble des végétaux, appartenant à la même division phylétique, qui possèdent tous les mêmes caractères morphologiques et anatomiques exprimés à des degrés différents.*

» Cette entité n'admet pas de formes intermédiaires autres que des hybrides, la rattachant à une espèce de même degré.

» L'espèce *morphologique* ou *secondaire* n'est pas une espèce fixée. Elle peut comporter des formes transitoires la rattachant à une autre espèce de même degré. L'Anatomie et la Morphologie ne la diagnostiquent que

par des caractères *quantitatifs* ou communs à plusieurs types. La plupart des espèces créées par les floristes appartiennent à cette seconde catégorie. »

BOTANIQUE. — *Sur le polymorphisme des rameaux dans les inflorescences.* Note de M. **H. Ricome**, présentée par M. Gaston Bonnier (¹).

« Je me suis proposé de rechercher si la structure de la tige n'est pas modifiée dans les inflorescences et si elle ne varie pas d'un rameau floral à l'autre. Je décrirai l'inflorescence de l'*Heracleum Sphondylium*, où le polymorphisme est nettement marqué.

» On sait que les fleurs de cette plante sont groupées en ombelle composée, chacun des rameaux de l'ombelle principale se divisant lui-même en une ombellule. Considérons d'abord les rayons de l'ombelle principale. Ils sont nombreux, serrés à leur base les uns contre les autres. Leur position est importante à noter : les rameaux médians sont presque verticaux, tandis que les rameaux extérieurs sont horizontaux et ne se relèvent que vers leur sommet ; les autres occupent des positions intermédiaires.

» La face supérieure des rameaux extérieurs de l'ombelle est très profondément creusée de trois ou quatre sillons, alors que la face inférieure est presque lisse. La coupe transversale de l'un de ces rameaux extérieurs présente une symétrie bilatérale, nettement accusée dans tous les tissus qui la constituent.

» La crête des côtes, qui sont au nombre de trois dans le rameau que je décris, est occupée par du collenchyme de soutien. Il y a cinq autres cordons de collenchyme sous l'épiderme des faces latérales et de la face inférieure. Cela fait donc huit cordons collenchymateux : trois en haut faisant fortement saillie et développés surtout dans le sens radial, cinq en bas et sur les côtés, moins importants et étalés dans le sens tangentiel. Alternant avec eux, se trouvent huit cordons de tissu chlorophyllien, inégalement développés. Ceux de la face supérieure occupent le fond des quatre sillons et sont riches en chlorophylle (la coupe transversale présente quatre ou cinq assises formées chacune de trente ou quarante cellules). Au contraire, les quatre cordons chlorophylliens de la face inférieure sont réduits, en coupe, à vingt ou trente cellules, disposées sur une ou deux assises.

(¹) Ce Travail a été fait dans le laboratoire de biologie de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

» Les tissus de l'écorce sont donc, dans leur ensemble, symétriques par rapport à un plan vertical. Il en est de même pour le cylindre central.

» Dans la zone des formations secondaires, on distingue seize faisceaux libéroligneux : huit en face des cordons collenchymateux corticaux et huit plus petits alternant avec eux. Leurs dimensions varient avec leur position. Parmi les huit premiers, ceux de la face inférieure sont moins grands et renferment dans leur liber moins de canaux sécréteurs que ceux de la face supérieure. C'est la disposition inverse qui se manifeste dans les huit petits faisceaux; les plus développés sont vers le bas; ceux du haut sont très réduits.

» La description ci-dessus prouve que nous avons affaire à une symétrie rayonnée, mais déformée en quelque sorte et d'apparence bilatérale, n'ayant aucun rapport avec la vraie symétrie bilatérale des pétioles. Cette altération de la symétrie axiale est moins accusée dans les rayons moyens de l'ombelle et n'existe pas dans les rameaux médians. L'altération de la symétrie semble donc en rapport avec la direction du rameau dans l'espace. La face supérieure plus éclairée renferme plus de chlorophylle. La pesanteur, agissant sur un rameau incliné, semble être la cause déterminante de l'inégal développement des tissus de soutien.

» Les ombellules montrent des modifications de structure analogues. On sait que l'inflorescence se compose d'un grand nombre d'ombellules, rapprochées les unes des autres. La disposition de leurs rayons est la même pour toutes. Il y a dans chacune d'elles plusieurs rameaux centraux dont la direction est voisine de la verticale, et de nombreux rameaux diversement inclinés; les rameaux externes sont souvent horizontaux. Les rayons des ombellules sont du type 4 : on distingue quatre régions collenchymateuses alternant avec quatre régions chlorophylliennes, quatre canaux sécréteurs corticaux. Le cylindre central contient quatre faisceaux libéroligneux et la moelle est lignifiée.

» Cette symétrie est altérée dans les rameaux latéraux des ombellules. Ils sont aplatis dans le sens dorsiventral. Les deux cordons chlorophylliens supérieurs sont très évidents et peuvent se rejoindre de façon à n'en former qu'un, largement étalé; la face inférieure n'a que très peu de chlorophylle. Deux canaux sécréteurs persistent seuls, sur les côtés du rameau; celui du haut et celui du bas manquent. Des quatre faisceaux libéroligneux, les deux latéraux seuls sont bien développés et renferment deux ou trois canaux sécréteurs dans leur liber; les deux faisceaux du plan médian ne possèdent qu'un petit nombre de vaisseaux et un seul canal sécréteur; le

faisceau inférieur est plus réduit que le supérieur et peut dans certains cas disparaître entièrement.

» Les faits sont de même nature pour toutes les ombellules de l'inflorescence. Mais il y a lieu de remarquer que, dans les ombellules de la périphérie, les rameaux latéraux situés au bord extérieur de l'inflorescence totale ont une symétrie bilatérale plus accusée que les rameaux latéraux, placés du côté de l'axe principal de l'inflorescence.

» Cette altération de la symétrie axiale se retrouve plus ou moins accentuée dans les inflorescences des plantes les plus diverses, notamment dans celles du *Daucus Carotta*, du *Sambucus Ebulus*, du *Sambucus nigra*, du *Viburnum Opulus*, du *Viburnum Lantana*, du *Sedum Fabaria*, etc.

» Ce n'est pas toujours la face supérieure du rameau qui est tournée vers le haut, c'est parfois la face latérale (certains rameaux du *Sambucus Ebulus*) et c'est elle qui présente alors les particularités signalées plus haut : développement exagéré des côtes et du tissu assimilateur. Dans le *Sedum Fabaria*, le rameau floral est cylindrique, mais la symétrie bilatérale est indiquée par l'inégal développement des tissus.

» *En résumé*, les divers rameaux de beaucoup d'inflorescences présentent entre eux des différences anatomiques. Dans les rameaux dont la direction est voisine de la verticale, la symétrie est normale. Dans les rameaux très inclinés par rapport à la verticale, cette symétrie est plus ou moins troublée : les tissus d'assimilation, de soutien et même les tissus vasculaires offrent une structure bilatérale. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie des îles de Métélin, ou Lesbos, et de Lemnos dans la mer Egée.* Note de M. L. DE LAUNAY.

« Au cours de deux voyages successifs dans la mer Egée, en 1887 et 1894, nous avons exploré les îles turques de Métélin et de Lemnos, pour en étudier la constitution géologique, qui était presque totalement inconnue avant nous. Notre première exploration de Métélin a déjà fait l'objet d'une Communication pétrographique (¹); mais nous avons à la compléter en ce qui concerne les dépôts tertiaires, où nous avons découvert, en 1894, plu-

(¹) *Comptes rendus*, 20 janvier 1890. Voir *Annales des Mines* de janvier 1898 : *Études géologiques sur la mer Egée.*

sieurs gisements pontiens fossilifères, et les résultats de notre travail sur Lemnos sont encore inédits.

» A. ILE DE MÉTELIN. — Les gisements fossilifères du pontien reconnus à Mételin sont au nombre de trois : environs de Mételin (Vounaraki); source thermale du golfe Iéro ou des Oliviers; flanc nord du mont Orthymnos. Il est intéressant de remarquer que des dépôts tout à fait analogues se retrouvent dans l'est de l'Eubée et aux environs de Mégara en Attique, sur un même alignement est-ouest, qui semble avoir été suivi, à cette époque, par une série de dépressions lacustres ou saumâtres. Grâce à l'extrême obligeance de M. Munier-Chalmas, qui a bien voulu déterminer les fossiles recueillis dans ces gisements, et de M. Fliche, professeur à l'École forestière de Nancy, qui a étudié les bois carbonisés ou silicifiés provenant de l'un d'eux, nous pouvons en donner la description suivante :

» 1° ENVIRONS DE MÉTELIN (Vounaraki). — Calcaires durs concrétionnés, parfois oolithiques. Faune d'eau douce : avec *Cypris* et *Bithynia rubens,* Menke, déjà signalée à Rhodes et à Livonates, près Talandi (Eubée) : Étage pontien.

» 2° SOURCE DU GOLFE IÉRO. — Argiles micacées plus ou moins sableuses :

» A. Couche avec *Cardium Bollense,* Mayer, et *Cardium prætenue,* Mayer;

» B. Couche avec deux formes de *Vivipara megarensis,* Fuchs, et *Unio,* cf. *Davilei,* Barumbaru;

» C. Argile avec *Cypris, Pisidium* cf. *slavonicum, Hydrobia, Planorbis;* dans l'ensemble, faune saumâtre, assimilable : les couches à Cardium avec celles de Trakones (Attique) et de Bollène; celles à paludines avec des formations de Mégara, de Rhodes et de Kos : Étage pontien.

» 3° GISEMENT DU MONT ORTHYMNOS. — Calcaires bitumineux avec couches de lignite, silex et tufs sableux : *Neritina nivosa; Melanopsis,* sp.; *Bithynia; Planorbis; Hydrobia* n. sp. cf. *Hydrobia attica,* Fuchs; *pyrgula* cf. *tricarinata,* Fuchs.

» Bois fossiles, comprenant deux types de Dicotylédones, un bois de palmier probable et deux ou trois types de conifères, des cedroxylons, peut-être un araucanioxylon.

» Faune d'eau douce ou légèrement saumâtre, assimilable à celle des lignites de Mégara (Attique) (hydrobies, planorbes et melanopsis), de Markopulo (Attique) et de Koumi (Eubée), avec néritines des couches à congéries de Croatie, de Rhodes et de l'isthme de Corinthe. — Age : sommet de l'étage pontien (couches à congéries).

» B. ILE DE LEMNOS. — L'île de Lemnos, située dans la mer de Thrace, environ à moitié chemin entre la presqu'île du mont Athos et la Troade, est constituée par deux catégories de terrains principales :

» 1° On y trouve, avec un grand développement, des couches sédimentaires gréseuses et schisteuses à teinte sombre allant du brun au vert et

accompagnées de quelques poudingues. Ces couches, très riches en empreintes végétales carbonisées, malheureusement indéterminables, mais, à part cela, absolument dépourvues de toute trace d'organismes, représentent, sans doute, une formation de lac ou d'estuaire peu profond, que nous rattachons, d'une façon hypothétique, au flysch, composé dans les régions voisines, en Eubée, dans le Péloponèse, en Crète, à Rhodes, par des terrains analogues.

» 2° Des roches éruptives tertiaires, dacites, trachyandésites, andésites quartzifiées et andésites augitiques, forment, au milieu de ces grès et schistes qu'elles recoupent, une série de dykes et de massifs très importants, avec accompagnement de brèches anguleuses, mais, en général, sans trace de coulées.

» Leur analyse chimique, d'accord avec leur détermination pétrographique, pour laquelle M. Lacroix, professeur au Muséum, a bien voulu nous apporter son précieux concours, donne les résultats suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.
SiO^2	66,50	63,50	63,00	61,90	58,80
Al^2O^3	18,20	18,80	17,70	18,60	17,70
Fe^2O^3	4,92	4,72	3,72	5,65	6,77
CaO	3,67	3,54	2,78	4,67	5,83
MgO	0,90	1,80	1,75	2,44	3,54
KO	2,52	4,45	3,60	2,64	2,60
NaO	2,50	3,95	2,53	3,05	2,70
Perte au feu	1,30	0,60	4,70	1,70	2,80
	100,51	101,36	99,78	100,65	100,74

» 1. Andésite quartzifiée au sud de Kastro.
» 2. Dacite à structure microgranulitique du mont Phako.
» 3. Dacite à structure microgranulitique du mont Athanase.
» 4. Trachyandésite de la région de l'Hagios-Pavlos.
» 5. Andésite augitique de l'isthme du mont Phako.

» Comme on le voit, ces roches forment un ensemble très homogène et paraissant provenir d'un même magma profond. A part les andésites augitiques, dont l'unique gisement est localisé en un point restreint de l'île, elles se trouvent d'ailleurs confondues dans les mêmes massifs.

» Il y a là un phénomène tout à fait différent de ce que nous avons décrit jadis à Mételin, où l'on observe des coulées éruptives entièrement différenciées, depuis les types les plus acides jusqu'aux plus basiques.

» 3° En dehors de ces deux grandes formations, il existe seulement à

Lemnos, sur la côte nord, un lambeau de lumachelle très récente, dont l'intérêt principal est de prouver l'existence, à cet endroit, d'une dislocation quaternaire ayant affecté le niveau de la mer. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'appareil générateur des leucocytes observé dans le péritoine.* Note de M. **J.-J. Andeer.**

« Pendant mes études médicales à Wurzbourg et à Vienne en 1867-1870, la théorie qui prédominait au sujet des organes hématopoïétiques était que les éléments figurés du sang, globules blancs et globules rouges, se forment dans le foie ou dans la rate. Cette théorie fut, dès cette époque, combattue par une autre qui se substitua à elle et dans laquelle on enseignait que les globules du sang prennent leur origine d'une manière hypothétique non démontrée *ad oculos,* dans la moelle des os; en d'autres termes, que celle-ci est un organe hématopoïétique, et des plus importants.

» Cette théorie, quasi-dogmatique, se généralisa de plus en plus jusqu'à nos jours, et c'est à elle que je vais opposer, comme aux théories qui l'ont précédée, mes propres recherches, de la manière la plus courte et la plus naturelle possible. Mon procédé d'expérimentation repose, de la manière la plus sûre, sur l'emploi du microscope; l'évidence est la même que dans la démonstration de la charpente osseuse d'un animal à travers son corps, à l'aide de la radioscopie.

» *Genèse et morphologie ou morphogénie des différents leucocytes.* — En faisant mes recherches sur les ostioles de la muqueuse et de la séreuse intestinales et sur leur combinaison à travers le mésenchyme viscéral des animaux, et en observant parallèlement les réseaux circulatoires microscopiques du sang blanc et du sang rouge pour rechercher leur origine et leur genèse, de toutes les façons et dans toutes les directions possibles, jusqu'à leur extrémité présumée, j'ai découvert, après différents tâtonnements, au péritoine viscéral à partir du pylore, sous la couche épithéliale dans laquelle s'ouvrent les ostioles, un tissu microtubulifère, que je vais décrire. J'aborderai la description physique de leur extérieur, de leur contenu et de leurs différentes modifications microscopiques.

» Si l'on prend, après une préparation convenable préliminaire, dont le détail serait trop long à exposer ici, un morceau circulaire de la séreuse de l'intestin supérieur et si on l'étale sous le microscope à immersion, on voit aussitôt un réseau de microtubes assez rectilignes et de calibres variés à

paroi transparente, semblables à des capillaires en verre; en continuant l'observation, on remarque que ces microtubes, presque parallèles, sont chacun d'un calibre sensiblement uniforme, mais relativement varié. C'est-à-dire que, si l'on prend comme point de départ de l'observation un des tubes du plus petit calibre, on voit que celui-ci contient un liquide tout à fait limpide. Puis, si l'on passe au tube immédiatement voisin, on constate que celui-ci est de diamètre plus grand et montre, dans son liquide limpide, des micrograins qui, dans le trajet du tube, grandissent par une sorte d'agglomération comme, par exemple, dans la fabrication du beurre et du fromage; dans le tube voisin suivant, ils présentent la forme de microcytes ou sphères qui, alors, sans agglutination apparente au moins, s'agrandissent toujours davantage par tuméfaction; par le même procédé, ils grandissent de nouveau dans d'autres tubes voisins et acquièrent finalement la grandeur voulue des leucocytes appelés *normocytes*.

» Ces tubes communiquent les uns avec les autres par des canaux et appareils physiquement visibles, que je décrirai anatomiquement et physiologiquement plus tard.

» Puisque cette métamorphose graduelle et ce grossissement progressif se montrent dans tous les échantillons examinés, on se trouve ici en présence du lieu de formation primitive, autochtone et spontanée, des éléments histologiques du sang blanc et rouge, c'est-à-dire du sang figuré.

» Dans cette « Fabrique » génératrice et « Centrale » distributive, où pullulent à l'état normal les microcytes, il y a partage (bi-tri-quadrivium, etc., ou carrefour) des chemins leucocytiques ou leucocytifères à travers le péritoine pour différents buts et fonctions. La portion des microcytes ou micropoints qui ne grandit pas, entre directement, telle quelle, dans les ostioles pour donner les corps microlymphoïdes et lymphoïdes de ces appareils ubiquistes. La partie essentielle des microcytes, celle qui chemin faisant se change en normocytes, marche à travers le péritoine, directement à la rate, où elle est changée spécifiquement en cellules caractéristiques et colorées en rouge, pour sortir de cet organe comme érythrocytes et pour entrer dans la grande et petite circulation rouge. Au temps de la lactation chez les Mammifères, une autre partie des microcytes marche dans la glande lactogène et lactifère pour être transformée en globules de lait. Une troisième partie des microcytes marche, chez l'animal mâle, dans les testicules, pour subir la frappe spécifique de leucocyte flagellé, c'est-à-dire pour se changer en spermatoblastes et enfin en spermatozoïdes, comme une autre partie des microcytes se modifie spé-

cifiquement en ostéo- et odontoblastes, etc. Et cette distribution de micro- et normocytes à travers le péritoine s'augmente toujours davantage proportionnellement avec le rang que l'animal occupe dans l'échelle des Êtres.

» D'autres micro- et normocytes se rendent au foie pour les fonctions spécifiques en partie connues et en partie encore inconnues de cet organe. D'autres vont au système nerveux cérébro-spinal et sympathique pour se métamorphoser en cellules spécifiques nerveuses, neuroblastes, etc., pour agrandir ou réparer le cerveau, la moelle ou les nerfs de toute provenance, et surtout après leurs maladies. Enfin, une autre partie des micro- et normocytes se rend dans le corps de l'animal, partout où un tissu, n'importe lequel, doit être régénéré après usure physiologique, pour s'assimiler au tissu normal, après s'être transformé spécifiquement.

» Mes recherches avaient montré que le péritoine est le point de départ de l'ensemble de l'appareil ostiolique de tout le corps animal. Je démontre ici que le péritoine se présente aussi comme le point de départ pour la genèse et la formation ou histogenèse des éléments figurés sanguins. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La cholestérine et les sels biliaires vaccins chimiques du venin de vipère.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

« Le mécanisme par lequel les toxines microbiennes et les venins traversent le tube digestif sans produire d'accidents a fait l'objet de nombreux travaux. Depuis que M. le professeur A. Gautier a montré que le suc gastrique ne joue aucun rôle dans la neutralisation des venins, c'est du côté de l'intestin que l'on a surtout cherché la cause de cette innocuité. D'après A. Kanthack, la digestion pancréatique artificielle détruit en grande partie le venin de cobra; d'après Charrin et Cassin, la toxine pyocyanique est altérée par la muqueuse de l'intestin et perd son pouvoir vaccinal, comme je l'ai vu pour le venin de vipère; d'après Répin, la toxine diphtérique et le venin de cobra, peu dialysables, passeraient dans le tube digestif sans y être absorbés. Avec Fraser d'Édimbourg, la question vient de faire un nouveau pas. Cet auteur a montré récemment que des doses minimes de bile, soit de serpent, soit de mammifère, peuvent neutraliser une dose mortelle de venin.

» Depuis plusieurs années, j'étudie ce sujet et j'ai obtenu les mêmes résultats que Fraser. En outre, j'ai été amené à reconnaître que les sels

biliaires et la cholestérine exercent vis-à-vis du venin une action immunisante. J'indiquerai, tout d'abord, par quel enchaînement des idées et des faits j'ai été conduit à cette constatation.

» Nous avons montré, M. Bertrand et moi, qu'il existe à des degrés divers dans le sang de vipère, de couleuvre, de hérisson, de cobaye, de cheval, des principes immunisants contre le venin de vipère. Depuis, j'ai vu qu'il en est de même chez l'anguille, la grenouille, le crapaud, le chien. D'où viennent ces principes dont la présence dans le sang est si répandue? En grande partie des glandes digestives, glandes labiales supérieures, foie et pancréas chez la vipère et la couleuvre. Mais ce n'est pas là un attribut spécial aux glandes digestives des reptiles. Chez le chien, le pancréas et le foie fabriquent aussi ces mêmes principes. Il suffit, par exemple, de 20^{mgr} à 30^{mgr} du précipité alcoolique du suc de pancréas, pour immuniser un cobaye contre une dose mortelle de venin de vipère. Ces substances antivenimeuses, déversées dans le sang par la sécrétion interne, ne seraient-elles pas aussi éliminées par la sécrétion externe et ne contribueraient-elles pas à neutraliser l'action des venins dans le tube intestinal. C'est en effet ce qui a lieu, du moins pour la bile dont j'ai étudié les effets sur le venin. Voici le résumé des expériences que j'ai faites avec la bile de vipère :

» Un mélange de bile de vipère et de venin, inoculé dix à quinze minutes après sa préparation, reste complètement inoffensif. Pour neutraliser une dose de venin mortelle pour le cobaye, il faut environ $0^{cc},25$ à $0^{cc},50$ de bile fraîche ou 5^{mgr} à 20^{mgr} de bile sèche. Si, au lieu de les mélanger, on inocule en même temps, mais en deux points différents du corps, la bile et le venin, l'animal succombe : la bile n'agit donc pas comme antitoxique. Ses propriétés vaccinantes sont, au contraire, très manifestes ; un cobaye inoculé à la cuisse peut, au bout de trente-six heures, recevoir dans l'autre cuisse une dose mortelle de venin sans en être incommodé.

» A quelles substances faut-il attribuer les propriétés antivenimeuses de ce liquide complexe? Dans le but de les déterminer, j'ai d'abord essayé quelques procédés faciles et j'ai vu que ni la décoloration sur le noir animal, ni la filtration sur porcelaine, ni le chauffage à l'ébullition pendant vingt minutes ne font perdre à la bile ses propriétés. Il faut, pour obtenir ce résultat, la maintenir à la température de 120° pendant vingt minutes. Ces expériences ne donnant pas sur la nature des principes antivenimeux des indications suffisantes, j'ai étudié séparément les corps qui entrent dans la composition de la bile, en particulier les sels biliaires et la cholestérine.

» Voici ce que j'ai observé :

» 1° Le glycocholate de soude, à la dose de $0^{gr},04$ tue les cobayes en déterminant un abaissement de température et un œdème suivi de mortification de la peau. Une quantité moindre ($0^{gr},02$) ne provoque pas d'autre accident qu'une élévation passagère de la température; si on la mélange avec du venin, celui-ci est complètement détruit. Inoculé en même temps, mais dans un autre point que le venin, le glycocholate n'empêche pas la mort de l'animal; si, au contraire, il est injecté quarante-huit heures avant le venin, il devient un excellent vaccin. Comme pour la bile, un chauffage à 120° pendant vingt minutes abolit son pouvoir antivenimeux.

» 2° Le taurocholate de soude agit, quoique à un degré moindre, de la même manière que le glycocholate.

» La solution éthérée de cholestérine pure [1], à la dose de 2 à 5^{cgr} détermine, chez le cobaye, une élévation passagère de température et un peu d'œdème induré au point d'inoculation; elle produit aussi une immunité contre une dose de venin mortelle en cinq à six heures pour les témoins. En outre, son pouvoir antitoxique est manifeste et assez puissant pour s'exercer encore cinq et dix minutes après l'inoculation du venin. Il faut ajouter, toutefois, que l'éther, à faible dose, $0^{cc},50$, est aussi légèrement antitoxique.

» Pour mettre hors de doute l'action propre de la cholestérine, on peut se servir comme véhicule de la glycérine, de l'huile de vaseline ou de l'huile d'olive. En suspension dans ces liquides, la cholestérine agit aussi bien comme vaccin, mais un peu moins bien comme antitoxique, à cause de la plus grande lenteur d'absorption.

» *En résumé,* les sels biliaires exercent, vis-à-vis du venin de vipère, la même neutralisation chimique que la bile entière. Dans les deux cas, cette propriété est détruite par un chauffage à 120° pendant vingt minutes, Ils possèdent aussi une action vaccinante mais non antitoxique. Leur présence permet donc d'expliquer les propriétés de la bile. Quant à la cholestérine, la quantité contenue dans 20^{mgr} de bile est certainement inférieure à la dose nécessaire pour immuniser, dose qui est aussi de 20^{mgr} environ. Il n'est donc pas surprenant que le chauffage à 120°, tout en laissant intacte la cholestérine, détruise les propriétés de la bile. Quoiqu'il en soit, le fait intéressant à retenir, en dehors de toute application à la bile, c'est que la cholestérine pure, malgré son peu de solubilité et ses faibles affinités chimiques, immunise contre le venin de vipère. C'est là un fait difficile à expliquer pour le moment, mais qui mérite d'être signalé comme le premier exemple connu d'un composé chimique défini qui agisse comme un vaccin. »

---

[1] Extraite des calculs biliaires par l'alcool bouillant additionné de potasse et recristallisée dans l'alcool pur.

MÉDECINE. — *Les Entozoaires de l'homme en Normandie.* Note de M. Ed. Spalikowski.

« J'ai été amené, dans mes recherches sur l'anthropologie normande, à faire une petite enquête sur la fréquence des animaux endoparasites chez les Normands. On sait, en effet, que telle ou telle race est plus sujette que d'autres à l'helminthiase.

» En dépouillant les nombreux travaux médicaux de la région, je n'ai trouvé que fort peu de renseignements, les médecins paraissant se désintéresser de la question. J'ai donc dû recourir aux souvenirs de vieux médecins et à mes Notes personnelles.

» Les Entozoaires les plus répandus dans cette province sont :

» 1° *Amœba vaginalis, intestinalis* et *buccalis;* 2° *Coccidies;* 3° *Tænia saginata;* 4° *Tænia solium;* 5° *Tænia echinococcus;* 6° *Ascaris lumbricoïdes;* 7° *Oxyuris vermicularis;* 8° *Trichina spiralis.*

» En voici la répartition approximative :

	Pour 100.
Amœba vaginalis	24
» *intestinalis*	9
Coccidies	14
Tænia saginata	29
Tænia solium	39
Tænia echinococcus	20
Ascaris lumbricoïdes	34
Oxyuris vermicularis	40
Trichina spiralis	9

» Quant à l'âge d'infection, il varie considérablement, suivant que l'on se trouve en présence d'enfants ou d'adultes.

» Ainsi, *Amœba vaginalis* est plus fréquent chez les jeunes filles que chez les femmes mariées.

» Les Coccidies sont plus répandues chez les adultes (femmes principalement).

» Les Ténias sont l'apanage quasi exclusif des gens de 30 à 50 ans.

» Sur 42 cas de Ténias que j'ai pu étudier, j'ai trouvé :

2 cas	chez des individus de	4 à 6 ans
1	»	13 ans
8	»	15 à 20 ans
20	»	20 à 25 ans
10	»	25 à 30 ans
1	»	55 ans

» Quant aux Ascarides, j'en connais 428 observations :

Seine-Inférieure	275
Eure	74
Orne	73
Calvados	69
Manche	97

et indifféremment chez les deux sexes :

Hommes	201
Femmes	217
	418

» Quant à l'âge, on le rencontre plus fréquemment entre 15 et 25 ans :

2 cas	2 ans	99 cas	21 à 24 ans
3	5 à 7 ans	70	25 à 27 ans
5	7 à 9 ans	22	29 à 34 ans
7	9 à 11 ans	10	34 à 40 ans
11	12 ans	1	42 ans
64	15 à 17 ans	1	47 ans
71	17 à 19 ans	1	50 ans
101	19 à 21 ans		

» Je n'ai pas de documents assez précis relatifs aux autres Entozoaires.

» En résumé, il est permis de conclure que la Normandie est une des provinces où l'helminthiase est le plus fréquente. »

M. **Gaudet** adresse une Note sur certaines oxydations produites au moyen de la pile à gaz.

M. L. **Mirinny** adresse un « Deuxième Mémoire sur la résolution de l'équation générale du cinquième degré ».

M. **Cavin** adresse une Note relative à la prévision des phénomènes météorologiques.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 décembre 1897.

Connaissance des Temps ou des Mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des Astronomes et des Navigateurs, pour l'an 1900, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lœwy.)

Annuaire pour l'an 1898, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Lœwy.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXI. Septembre et octobre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 2 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand, publié par l'Observatoire de Paris. Tome XIV. Décembre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Contribution à l'étude de la formation du soufre de Sicile, par S. Gounot, Ingénieur civil des Mines. Palerme, 1897; 1 broch. in-8°. (Présentée par M. de Lapparent.)

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 7 décembre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort. VIIIe série. Tome IV. N° 22. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Bulletin d'octobre 1897. Paris, Chaix; 1 vol. in-8°.

Electrical traction, by Ernest Wilson. London, Edward Arnold, 1897; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 DÉCEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Brioschi*, Correspondant pour la Section de Géométrie, Président de l'Académie des Lincei et Sénateur du royaume d'Italie, décédé à Milan le 13 décembre.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations relatives aux cercueils de Voltaire et de Rousseau au Panthéon, ouverts le* 18 *décembre* 1897; par M. **Berthelot.**

« Je demande à l'Académie la permission de lui rapporter quelques observations que j'ai faites, lors de l'ouverture des cercueils de Voltaire et de Rousseau, en présence d'une Commission présidée par M. Ernest Hamel, sénateur.

» J'avais été prié d'y assister.

» Je n'ai pas à parler ici des points historiques que cette investigation avait pour but de résoudre, mais seulement de quelques constatations qui sont plus spécialement de ma compétence.

» Sous le sarcophage qui porte le nom de *Voltaire*, on a trouvé un cercueil de bois, ou, plus exactement, une série de bières, incluses les unes dans les autres. Au fond, sur une planche isolée, entouré de brindilles, reposait un squelette d'un homme, de taille moyenne; squelette dont les os principaux existaient et avaient conservé leurs relations générales, mais avec un certain désordre dans les détails; comme si ces débris avaient été glissés à un certain moment d'une bière dans une autre. Par exemple, un fémur et deux tibias se trouvaient juxtaposés à l'une des extrémités.

» Ces os étaient secs et blanchis, à la fois en raison de l'âge avancé du défunt et de la destruction partielle, *post mortem*, d'une partie de la matière organique. Le crâne avait été scié horizontalement, lors de l'autopsie, et les deux morceaux reposaient à côté l'un de l'autre. En les superposant et en y rejoignant le maxillaire inférieur, on reconstitue une tête qui ressemble d'une manière saisissante, comme aspect et dimension, à la statue de Voltaire nu, par Pigalle, qui existe dans la Bibliothèque de l'Institut. Tous les assistants ont été frappés de cette ressemblance.

» L'humérus et les côtes étaient grêles; le fémur et le tibia, de dimensions relatives plus fortes, en tenant compte de la taille du squelette. Du reste les dimensions exactes des différents os ont été prises par M. Grand Carteret et par les docteurs Monod : je n'ai donc pas à y insister.

» Une des caractéristiques les plus saillantes des débris contenus dans ce cercueil consistait dans la présence en grande quantité d'une matière molle et un peu élastique, de couleur brun foncé dans la masse, grisâtre à la surface, laquelle se trouvait agglutinée en paquets dans le thorax, dans la région abdominale et même comme bourrée par grosses poignées dans le bassin. La Commission m'a prié d'en faire l'examen chimique.

» D'après étude et examen microscopique, cette matière est constituée principalement par de la sciure de bois, placée autrefois dans le cercueil, afin d'absorber les liquides, et peut-être retenue à l'origine, par places, au moyen de linges qui auraient disparu, en laissant le mélange aggloméré.

» Je n'ai reconnu, dans les portions qui m'ont été remises, ni sels mercuriels, ni sels métalliques ou alcalins, en dose notable, ni substances aromatiques, ou bitumineuses; bref, aucun composé qui ait pu être employé pour embaumer ou conserver le cadavre.

» Les restes de Rousseau ont été également retrouvés sous le sarcophage correspondant, dans un cercueil de plomb, qui portait certaines inscriptions, signalées par les écrits contemporains.

» Ils gisaient au fond du cercueil; les ossements ayant conservé leurs relations normales, sans trouble sensible et dans un meilleur ordre que ceux de Voltaire. Le crâne, de dimensions plus fortes, aussi bien que l'ensemble du squelette, avait été également scié, en vue de l'autopsie. Ce crâne ne portait aucune perforation, fracture ou lésion anormale, telles que celles qu'aurait pu produire une balle de pistolet : ce qui réfute l'une des opinions émises sur le prétendu suicide de Rousseau.

» Il n'y avait ni sciure de bois, ni matière analogue, accumulée dans le cercueil.

» Les chairs et téguments avaient disparu : ce qui coïncide avec l'absence d'agents conservateurs ou antiseptiques. Il n'y avait non plus aucun liquide; mais seulement, au fond de la bière, une couche brun rougeâtre de quelques millimètres d'épaisseur, sur laquelle reposaient les ossements, de couleur jaunâtre et gras au toucher.

» La disparition des portions aqueuses du cadavre, par évaporation ou évacuation, aussi bien que celle des chairs et téguments, sous forme de gaz et produits volatils, développés sans doute par les effets réunis des fermentations et des oxydations, montre que la clôture du cercueil de plomb n'est pas demeurée parfaite.

» En raison des variations incessantes de la pression atmosphérique et de celle des gaz intérieurs, il s'est produit une circulation et des échanges progressifs avec l'atmosphère : les gaz intérieurs s'échappant, tandis que les gaz atmosphériques, l'oxygène surtout, exerçaient des réactions destructives bien connues. Il est remarquable que ces actions lentes aient suffi, dans l'espace de cent vingt ans, pour réduire le cadavre presque entièrement à l'état de squelette, au sein d'une cavité close, telle qu'un cercueil de plomb, suspendu dans l'air, et où le corps était à la fois à l'abri du contact de la terre et des insectes.

» A cet égard, si les restes de Rousseau continuent à être protégés par le scellement renouvelé de son cercueil de plomb, peut-être n'est-il pas inutile de remarquer ici qu'il n'en est pas de même des restes de Voltaire, au fond de leurs bières de bois; il serait opportun, je pense, de renfermer également les restes de Voltaire dans un cercueil de plomb, si l'on veut éviter qu'ils soient quelque jour attaqués, soit par des rongeurs, soit par des insectes, se faisant route à travers le bois du cercueil actuel. »

ASTRONOMIE. — *Détermination des coordonnées absolues des étoiles, ainsi que de la latitude, à l'aide des instruments méridiens. Méthode générale pour la solution de ces divers problèmes.* Note de M. Lœwy.

« Les progrès incessants accomplis, depuis un certain nombre d'années, dans les diverses branches de la Science, ont mis entre les mains des astronomes de puissants moyens d'investigation. C'est ainsi que la Photographie a créé des méthodes susceptibles d'une haute perfection, permettant d'évaluer la position relative des astres, et grâce auxquelles dix-huit observatoires ont pu entreprendre, en collaboration, une vaste exploration du Ciel, ayant pour objet la construction d'un Catalogue renfermant les coordonnées précises de plusieurs millions d'étoiles. Les études ainsi poursuivies reposent sur l'emploi de nouveaux moyens d'action; elles ne sont plus, comme autrefois, effectuées par des instruments méridiens, mais à l'aide de lunettes photographiques montées équatorialement. La tâche des instruments méridiens semble donc, dans l'avenir, devoir être notablement simplifiée. En fait, leur rôle deviendra, au contraire, plus difficile. Ils se trouveront désormais consacrés, presque entièrement, à l'étude des problèmes les plus ardus de l'Astronomie de précision, tels que la détermination :

» 1° Des étoiles fondamentales destinées à servir d'origine aux mesures relatives;

» 2° De certaines constantes physiques (précession, nutation, aberration, etc.) qui interviennent dans les recherches précédentes;

» 3° Des coordonnées des divers lieux du globe terrestre.

» Lorsqu'on veut aborder ces études, d'une nature si complexe, de nombreuses difficultés surgissent; je vais brièvement indiquer les principales causes qui les font naître. Pour arriver à la connaissance de la position exacte des fondamentales ou de la valeur absolue de la latitude, recherches dont il s'agit ici, il serait très avantageux de combiner les passages inférieur et supérieur d'un même astre, séparés seulement par un intervalle de douze heures. Mais, comme l'observation des deux passages consécutifs dans un jour n'est que rarement possible, on est obligé de recourir à la combinaison des données obtenues à des époques éloignées, dans des conditions atmosphériques et instrumentales si différentes, que l'on se trouve exposé à rencontrer une multitude de causes d'erreurs systématiques, auxquelles il

faut encore ajouter celles tenant à l'incertitude des éléments de réduction destinés à rendre comparables entre elles les diverses observations.

» On reconnaît par là toutes les difficultés des méthodes anciennes qui ne permettent pas d'arriver directement au résultat cherché, à l'aide de mesures exécutées dans une même soirée.

» En réalité, si l'on applique les méthodes usuelles, on est obligé d'accumuler, pendant plusieurs années, de nombreuses séries d'observations, dont on tire un ensemble d'éléments comprenant les inconnues directement cherchées, et de nombreuses constantes instrumentales et physiques.

» Cet état de choses si peu satisfaisant m'a conduit, il y a quelques années, à imaginer deux méthodes nouvelles, qui permettent d'échapper aux inconvénients que je viens de signaler sommairement. Dans plusieurs Notes publiées dans les *Comptes rendus,* en 1883, j'ai montré comment on peut, à l'aide d'un procédé fondé sur des mesures différentielles, déterminer, dans le courant d'une même soirée, les éléments fondamentaux de l'Astronomie : les coordonnées absolues des étoiles et la latitude.

» Rappelons, en quelques mots, le principe de ces dernières méthodes. Pour utiliser la première on choisit, près du pôle, une étoile et l'on mesure, à l'aide de deux fils mobiles du micromètre de la lunette méridienne, les coordonnées de cet astre à deux époques différentes, époques indiquées par les conditions géométriques du problème et séparées par un intervalle proportionnel à l'exactitude qu'on désire obtenir. Le second procédé repose sur l'observation presque simultanée de deux circompolaires, de déclinaisons peu différentes. Plus expéditif que le premier, il nécessite des mesures spéciales, d'ailleurs faciles à effectuer, pour évaluer la petite différence en distance polaire des deux astres conjugués.

» Je viens aujourd'hui fournir la solution générale de tous les problèmes qui se rattachent à la détermination des coordonnées ou de la latitude absolue, à l'aide des instruments méridiens. Je montre tout le parti qu'on peut tirer soit de l'observation d'une même polaire, faite à deux époques suffisamment distantes, soit de l'observation combinée de deux ou de plusieurs polaires différentes, dont on mesure les coordonnées après un laps de temps déterminé par l'exactitude à laquelle on désire arriver. Ces diverses méthodes nouvelles correspondent aux diverses conditions dont on veut subordonner la solution, soit au point de vue théorique, soit au point de vue pratique. Il est impossible, actuellement, d'exposer en détail la démonstration des formules qui conduisent à la solution des questions traitées; je veux seulement faire connaître les résultats principaux qui se

dégagent de l'analyse suivante, relativement au mouvement apparent de deux circompolaires autour de l'axe du monde. Soient :

p_1 la distance polaire d'une étoile;

τ_1 l'angle horaire au moment t;

P_1 la distance polaire instrumentale;

Δ_1 la distance perpendiculaire au méridien instrumental;

$\tau_2 = \tau_1 + i$;

P_2 et Δ_2 les coordonnées analogues mesurées après un laps de temps égal à i;

p_2 la distance polaire d'une seconde étoile;

τ_3 l'angle horaire au moment de l'observation;

P_3 et Δ_3 les coordonnées instrumentales correspondant à cet angle horaire;

$\tau_4 = \tau_3 + i$;

P_4 et Δ_4 les grandeurs analogues, après un laps de temps égal à i;

φ la latitude du lieu;

$90^\circ + m$ et $90^\circ + n$ l'angle horaire et la distance polaire du prolongement oriental de l'axe instrumental; α son azimut et β son inclinaison au-dessus de l'horizon; $m = \beta \cos\varphi + \alpha \sin\varphi$, $n = \beta \sin\varphi - \alpha \cos\varphi$ ayant ici la même signification que celle adoptée dans la réduction des observations méridiennes;

λ la distance polaire vraie du pôle instrumental;

I l'inclinaison du fil mobile horizontal par rapport au plan instrumental, en considérant I positif lorsque la partie orientale est la plus élevée, la lunette étant dirigée vers le nord. On aura alors

$$\cos p = \sin n \sin\Delta_1 + \cos n \cos\Delta_1 \cos(P_1 - x_1 - \lambda),$$
$$\cos(\tau_1 + m) \sin p = \sin(P_1 - x_1 - \lambda) \cos\Delta_1,$$
$$\sin(\tau_1 + m) \sin p = \cos n \sin\Delta_1 - \sin n \cos(P_1 - x_1 - \lambda),$$
$$\sin x_1 = \sin\Delta_1 \sin \mathrm{I}.$$

» Ces relations correspondent à la situation de la première polaire à l'époque initiale t. On peut ainsi établir quatre systèmes d'équations, deux relativement à l'époque initiale t de l'observation de deux circompolaires considérées, deux autres relativement à la seconde époque $t + i$.

» Nous admettrons dans tout ce qui suit :

» 1° Que la distance polaire des étoiles considérées ne soit pas sensiblement supérieure à 1°;

» 2° Que la différence en déclinaison de deux couples de polaires conjuguées soit une faible quantité, ne dépassant pas quelques minutes d'arc.

» En se basant sur ces prémisses on peut démontrer qu'il est permis, dans toutes les combinaisons des diverses équations, de remplacer les coordonnées sphériques par les coordonnées rectilignes. Il résulte d'une analyse que nous ne reproduirons pas ici que l'erreur ε commise en confondant les deux systèmes de coordonnées a pour expression, lorsqu'on considère, par exemple, les équations de la première polaire,

$$\varepsilon = \frac{11}{96} p_1 \sin^2 p_1 \sin 2i \sin(4\tau_1 + i);$$

comme i doit être toujours supérieur à $3^h = 45^\circ$, on voit que ε restera toujours inférieur à $0'',114$. En se fondant sur ce qui vient d'être exposé, on peut déjà, sans inconvénient, écrire *a priori* les quatre équations de condition sous la forme très simple

$$(1) \qquad p_1^2 = (\Delta_1 - n)^2 + (P_1 - x_1 + \lambda)^2,$$
$$(2) \qquad p_1^2 = (\Delta_2 - n)^2 + (P_2 - x_2 + \lambda)^2,$$
$$(3) \qquad p_2^2 = (\Delta_3 - n)^2 + (P_3 - x_3 + \lambda)^2,$$
$$(4) \qquad p_2^2 = (\Delta_4 - n)^2 + (P_4 - x_4 + \lambda)^2.$$

» Dans plusieurs des procédés que nous avons en vue, on aura à évaluer la différence $p_2 - p_1$ et il sera très utile d'arriver à la connaissance exacte de ces grandeurs directement, indépendamment des inconnues n et λ. On atteindra ce but en mesurant les coordonnées rectilignes des deux polaires, successivement à un moment de leur passage dans un même cercle horaire quelconque. En effet, supposons pour un instant $\tau_1 = \tau_3$, on aura

$$\frac{\Delta_2 - n}{p_1} = \frac{\Delta_3 - n}{p_2}, \qquad \frac{P_1 - x_1 + \lambda}{p_1} = \frac{P_3 - x_3 + \lambda}{p_2},$$

et, par suite,

$$(5) \qquad (p_2 - p_1)^2 = (\Delta_3 - \Delta_2)^2 + (P_3 - P_2)^2 - (P_3 - P_2)(x_3 - x_2).$$

» Ainsi qu'on le constate, $(p_2 - p_1)$ est donc déterminé par les deux faibles quantités angulaires $\Delta_3 - \Delta_2$ et $P_3 - P_2$, fournies directement par les lectures des tambours des vis micrométriques et du cercle.

» L'exactitude ainsi obtenue est identique à celle d'une distance mesurée à l'équatorial entre deux astres voisins. Comme on peut facilement introduire après coup, dans les formules, les corrections $x_1, x_2, \ldots,$ nous les laisserons provisoirement de côté. Ces préliminaires établis, je vais maintenant énoncer le principe des méthodes les plus essentielles résultant de l'analyse suivante, méthodes qui fournissent une solution très satisfaisante des divers problèmes qui se présentent dans la pratique :

» 1° Méthode basée sur la mesure des coordonnées d'une seule étoile

circompolaire, destinée aussi bien à la détermination de la latitude qu'à celle des coordonnées absolues; méthode déjà publiée ([1]) dont on fournit ici une nouvelle démonstration, accompagnée d'une formule indiquant le degré d'exactitude, comparé à celui du procédé employé antérieurement;

» 2° Méthode spéciale pour la détermination de la latitude ou des déclinaisons absolues fondée sur l'observation suivie d'un ensemble de circompolaires groupées symétriquement autour du pôle;

» 3° Détermination spéciale des ascensions droites absolues, basée sur le même principe;

» 4° Méthode générale pour la recherche simultanée des ascensions droites, des déclinaisons et de la latitude, reposant sur l'observation suivie de quatre circompolaires placées symétriquement autour du pôle; étude que l'on peut effectuer durant toute l'année, dans toute soirée de beau temps, sans aucune exception;

» 5° Détermination de la variation de la latitude.

» Les éléments fondamentaux qu'il s'agit de déterminer et dont dépend la solution de ces diverses questions sont les inconnues λ et n. L'évaluation simultanée de ces deux constantes instrumentales donne la solution la plus générale. Mais ce genre de solution n'est pas toujours demandé. Au contraire, pour certaines applications, il suffit de déduire la valeur d'un seul de ces deux éléments. C'est ainsi que, dans certains cas, n seul conduit à la connaissance des ascensions droites, de même que λ amène à celle des déclinaisons ou de la latitude.

» Nous allons maintenant procéder à la recherche des éléments n et λ, en utilisant les quantités $P_1, \Delta_1, P_2, \Delta_2, P_3, \Delta_3, P_4, \Delta_4$, fournies directement par les observations. Si l'on pose

$$P_1^2 + \Delta_1^2 = d_1^2, \qquad P_2^2 + \Delta_2^2 = d_2^2, \qquad P_3^2 + \Delta_3^2 = d_3^2, \qquad P_4^2 + \Delta_4^2 = d_4^2,$$

la combinaison des équations (1) et (2), d'une part, et, d'autre part, (3) et (4) amène aux deux relations suivantes :

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} &2\lambda(P_2 - P_1) - 2n(\Delta_2 - \Delta_1) \\ &\quad + (P_2 - P_1)(P_2 + P_1) + (\Delta_2 - \Delta_1)(\Delta_2 + \Delta_1) = 0, \\ &2\lambda(P_4 - P_3) - 2n(\Delta_4 - \Delta_3) \\ &\quad + (P_4 - P_3)(P_4 + P_3) + (\Delta_4 - \Delta_3)(\Delta_4 + \Delta_3) = 0; \end{aligned} \right.$$

([1]) *Comptes rendus*, 16 et 23 avril 1883.

on en tire

$$(7)\quad \begin{cases} 2\lambda[(P_4 - P_3)(\Delta_2 - \Delta_1) - (P_2 - P_1)(\Delta_4 - \Delta_3)] \\ \quad = (d_2^2 - d_1^2)(\Delta_4 - \Delta_3) - (d_4^2 - d_3^2)(\Delta_2 - \Delta_1), \end{cases}$$

$$(8)\quad \begin{cases} 2n[(P_4 - P_3)(\Delta_2 - \Delta_1) - (P_2 - P_1)(\Delta_4 - \Delta_3)] \\ \quad = (d_2^2 - d_1^2)(P_4 - P_3) - (d_4^2 - d_3^2)(P_2 - P_1). \end{cases}$$

» Si le dénominateur commun

$$2[(P_4 - P_3)(\Delta_2 - \Delta_1) - (P_2 - P_1)(\Delta_4 - \Delta_3)] = D$$

acquiert une valeur numérique suffisamment grande pour amoindrir, dans une proportion voulue, l'effet combiné des erreurs d'observations qui affectent les numérateurs, on déduira, à l'aide des expressions (7) et (8), des valeurs précises de λ et de n. Nous allons examiner quelles sont les conditions à remplir dans la pratique pour arriver à ce résultat.

» Désignons par δP l'erreur d'une observation P en distance polaire, et par $\delta\Delta$ l'erreur d'une distance Δ par rapport au plan instrumental, par $\delta\lambda$ et par δn les inexactitudes de λ et de n, conclues des équations (7) et (8).

» Dans la discussion générale, nous allons considérer δP et $\delta\Delta$ comme équivalentes, en posant $\delta P = \delta\Delta = \varepsilon$; mais, dans l'emploi de certaines méthodes spéciales, le mode d'observation est tel que $\delta\Delta$ sera bien inférieur à δP; il sera alors plus rationnel d'admettre $\delta P = \sqrt{2}\,\delta\Delta$.

» Nous devons en outre faire remarquer que, dans le développement ci-après, on peut négliger les termes d'ordre supérieur dans le dénominateur D, dans les facteurs qui multiplient la différence ou la somme des quantités directement données; par suite, il sera permis, ce qui revient au même, de remplacer les coordonnées instrumentales $P_1, P_2, \ldots, \Delta_1, \Delta_2, \ldots$ par les coordonnées apparentes. On peut ainsi écrire

$$\begin{array}{llll} P_1 = p_1 \cos\tau_1, & \Delta_1 = p_1 \sin\tau_1, & P_3 = p_2 \cos\tau_3, & \Delta_3 = p_2 \sin\tau_3, \\ P_2 = p_1 \cos\tau_2, & \Delta_2 = p_1 \sin\tau_2, & P_4 = p_2 \cos\tau_4, & \Delta_4 = p_2 \sin\tau_4. \end{array}$$

» En introduisant ces notations dans les équations (7) et (8), on trouve les relations suivantes qui serviront de point de départ pour le calcul des erreurs $\delta\lambda$ et δn :

$$(9)\quad \begin{cases} 4\lambda p_1 p_2 \sin^2\frac{i}{2}\sin(\tau_3 - \tau_1) \\ \quad = p_2(d_2^2 - d_1^2)\cos\left(\tau_3 + \frac{i}{2}\right)\sin\frac{i}{2} - p_1(d_4^2 - d_3^2)\cos\left(\tau_1 + \frac{i}{2}\right)\sin\frac{i}{2}, \\ 4n p_1 p_2 \sin^2\frac{i}{2}\sin(\tau_3 - \tau_1) \\ \quad = -p_2(d_2^2 - d_1^2)\sin\left(\tau_3 + \frac{i}{2}\right)\sin\frac{i}{2} + p_1(d_4^2 - d_3^2)\sin\left(\tau_1 + \frac{i}{2}\right)\sin\frac{i}{2}, \end{cases}$$

» L'analyse de ces équations fournit un ensemble de résultats importants que nous ferons connaître ultérieurement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes des intégrales doubles de fonctions algébriques*. Note de M. ÉMILE PICARD.

« Dans mon Mémoire sur les fonctions algébriques de deux variables (*Journ. de Math.*; 1889), j'ai commencé l'étude des périodes des intégrales doubles et montré notamment comment la considération de certaines équations différentielles linéaires à coefficients rationnels se rattachait à cette question. Dans le premier volume d'un Ouvrage sur la *Théorie des fonctions algébriques de deux variables* que j'ai publié l'été dernier avec le concours de M. Simart, je suis revenu succinctement (p. 107 et suiv.) sur cette étude dont j'ai réservé le développement pour le Tome second.

» Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Poincaré vient de s'occuper des périodes de certaines intégrales doubles de formes particulières. L'article de notre éminent confrère donnant un intérêt d'actualité à des recherches de ce genre, je ne crois pas inutile de rappeler le point de vue auquel je m'étais placé dans la théorie générale et la façon dont j'ai obtenu les périodes des intégrales doubles de fonctions algébriques.

» Partons d'une surface algébrique n'occupant pas une position spéciale par rapport aux axes

$$f(x, y, z) = 0. \tag{1}$$

» On sait qu'il suffit, pour la théorie générale, de supposer qu'elle a pour singularités une ligne double avec des points triples; nous nous bornerons, pour prendre le cas le plus simple, à considérer une intégrale double

$$I = \int\int \frac{Q(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z}$$

de première espèce, où Q est un polynome. On établit d'abord que tout cycle à deux dimensions de la surface f peut être obtenu en prenant un cycle linéaire de la surface de Riemann correspondant à la relation algébrique entre x et z

$$f(x, y, z) = 0, \tag{2}$$

où y est regardé comme un paramètre, et en considérant le continuum à

deux dimensions décrit par ce cycle, quand y décrit dans son plan un contour fermé tel que le cycle revienne, en même temps que y, à sa position initiale.

» Ceci posé, envisageons l'intégrale abélienne

$$(3) \qquad \int \frac{Q(x, y, z)\,dx}{f'_z}$$

relative à la courbe (2), qui dépend du paramètre y. Les périodes de cette intégrale sont des fonctions de y, qui satisfont à une équation différentielle linéaire E à coefficients rationnels en y. Je rappelle que des équations analogues (voir *loc. cit.*) jouent un rôle fondamental dans mes recherches sur les intégrales de différentielles totales et les cycles linéaires des surfaces.

» Les points singuliers de l'équation E sont faciles à définir sous forme géométrique ; ils correspondent aux y des points simples de la surface, où le plan tangent est parallèle au plan des zx. Avec les hypothèses faites sur les singularités de la surface f, la nature de ces points singuliers est d'ailleurs très simple (p. 95, *loc. cit.*).

» Désignons d'une manière générale par ω une période de l'intégrale abélienne (3). Les périodes de l'intégrale double I vont correspondre *aux cycles de l'équation linéaire* E; par cette expression, j'entends un contour fermé C décrit dans le plan de la variable y, tel qu'une détermination $\omega(y)$ de ω reprenne la même valeur quand y décrivant C revient à son point de départ. *Les périodes de* I *sont alors de la forme*

$$\int_C \omega(y)\,dy.$$

Il est facile de former effectivement de tels cycles. On peut en obtenir de la manière suivante : Soient a et b deux points singuliers de l'équation E; un lacet relatif au point a parcouru un nombre convenable de fois, suivi d'un lacet de même origine relatif au point b parcouru aussi un certain nombre de fois, forme un cycle de l'équation E, et donne une période de l'intégrale double. On peut encore procéder comme il suit : L'intégrale (3) a une période logarithmique pour $y = a$ et pour $y = b$; il y aura en général un chemin Γ allant de a en b et conduisant de la première à la seconde. Si $\Omega(y)$ désigne la valeur de cette période pour y arbitraire sur Γ entre a et b, l'intégrale définie

$$\int_a^b \Omega(y)\,dy,$$

prise le long de Γ, sera une période de notre intégrale double.

» On voit que l'analogie entre la théorie des périodes des intégrales doubles et celle des intégrales simples est assez complète : les cycles de certaines équations différentielles linéaires remplacent les cycles des fonctions algébriques d'une variable. Cependant, dans l'étude des nombres invariants associés à ces théories, des différences sensibles se présentent, et l'on ne peut songer à avoir pour les surfaces des formules numériques applicables à tous les cas; on sait que pareille circonstance s'est déjà présentée pour les intégrales doubles de première espèce, et qu'il a fallu distinguer un genre numérique, qui peut être distinct du genre géométrique. Des recherches difficiles, que je n'ai pas encore achevées, me donnent à penser qu'il y aura lieu de distinguer des invariants numériques à côté des invariants à signification analytique ou géométrique, tant dans la théorie des périodes que dans celle des intégrales doubles de seconde espèce sur laquelle j'ai récemment appelé l'attention (*Comptes rendus*, 6 décembre 1897); ce sont des questions sur lesquelles j'espère pouvoir bientôt revenir. »

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Comparaison du pouvoir thermogène ou dynamogène des éléments simples avec leur pouvoir nutritif. Un écart considérable existe entre les poids isoénergétiques et les poids isotrophiques du sucre et de la graisse chez le sujet qui travaille. C'est avec les poids isoglycogénétiques que les poids isotrophiques tendent à s'identifier*; par M. A. CHAUVEAU.

« Le *pouvoir dynamogène* des aliments, ou l'aptitude qu'ils possèdent de pourvoir aux dépenses énergétiques qu'entraîne le jeu des organes en fonction, a été identifié par les physiologistes avec le *pouvoir thermogène*, dont la chaleur de combustion donne la mesure. Mais l'isodynamisme alimentaire n'a pas été entendu seulement de cette manière. On y a donné une signification plus étendue, plus compréhensive. C'est une notion courante que *la valeur nutritive des aliments, sous un poids donné, est mesurée par la quantité d'énergie que les principes digestibles contenus dans ces aliments peuvent fournir à l'organisme, une fois parvenus dans la circulation générale*. En d'autres termes, le *pouvoir nutritif* des substances alimentaires serait, comme leur *pouvoir dynamogène*, directement proportionnel à leur chaleur de combustion. Donc la quantité qu'on doit donner des diverses sortes d'aliments, pour atteindre un même effet nutritif, serait inversement proportionnelle à cette chaleur de combustion, c'est-à-dire au pouvoir thermogène des aliments.

» D'après ces données, 1^{gr} de graisse aurait le même pouvoir nutritif que $2^{gr},373$ de sucre de canne, en admettant que la digestion de ces deux aliments simples entraînât à peu près la même dépense énergétique.

» C'est sur ce principe hypothétique qu'a été fondée toute la théorie des *poids* et des *substitutions isodynames*, dans l'alimentation de l'homme et des animaux.

» Ce principe serait inattaquable s'il était démontré que les divers travaux physiologiques s'alimentent indifféremment à toutes les sources de potentiel que les fonctions digestive et assimilatrice peuvent offrir à l'organisme animal. Alors le *pouvoir dynamogène*, identifié avec le *pouvoir thermogène*, s'identifierait encore avec le *pouvoir nutritif*, c'est-à-dire que *les mêmes travaux physiologiques, prenant leur source dans des potentiels de natures différentes, en consommeraient des poids inversement proportionnels aux pouvoirs thermogène et dynamogène*.

» Or, cette indifférence des organes à la nature du potentiel utilisé par eux, pour l'exécution de leurs travaux physiologiques, n'existe justement pas. L'un de ces travaux, le plus important de tous, qui, à lui seul, provoque la plus grande partie de la dépense énergétique de l'animal, le travail musculaire en un mot, s'alimente exclusivement à la source de potentiel qui est constituée par le glycogène incorporé au tissu même des muscles, lequel potentiel se brûle et se reconstitue sans cesse. Je sais bien que tous les physiologistes ne regardent pas comme suffisamment probantes les démonstrations que j'en ai données. Mais on ne court aucun risque à les accepter provisoirement comme point de départ de nouvelles recherches. Celles dont je vais faire connaître les résultats sont instituées de telle manière qu'elles auront justement l'avantage ou de confirmer de façon éclatante ma conception sur les sources énergétiques du travail musculaire ou de détruire cette conception de fond en comble.

» Précisons nettement le but de ces nouvelles recherches. Il s'agit de savoir si les moteurs animés s'entretiennent également bien en consommant le sucre ou la graisse en proportion inverse à la chaleur de combustion de ces deux aliments simples. En d'autres termes, les *poids isotrophiques* du sucre *et de la graisse* sont-ils identiques à leurs *poids isoénergétiques?*

» *Je dis que cette identité n'existe pas et ne peut, du reste, exister*. En effet, la graisse ne participe jamais à l'exécution du travail musculaire qu'après s'être transformée en glycogène. Or, cette transformation s'accompagne nécessairement, dans l'organe ou les organes où elle s'accomplit, de la

dépense d'une partie de l'énergie potentielle de la substance transformée. Ce qui reste, en ce cas, du pouvoir dynamogène de cette substance se trouve ainsi notablement inférieur au pouvoir thermogène primitif. La substitution de la graisse au sucre, dans l'entretien de l'animal, pour l'exécution du travail musculaire, ne *peut* donc s'effectuer proportionnellement aux *poids isothermogènes* ou *isoénergétiques* des deux substances. Les *poids isotrophiques* ne *peuvent* être les mêmes que ces *poids isoénergétiques*.

» Voici, du reste, le rapport exact que la théorie fait prévoir entre les *poids isoénergétiques* et les *poids isotrophiques* du sucre et de la graisse.

» Quand 1^{gr} de graisse se change en hydrate de carbone, d'après le processus d'oxydation rudimentaire que j'ai indiqué, il se produit $1^{gr},61$ de glycose, équivalant, thermogénétiquement, à environ $1^{gr},52$ de saccharose. D'où il résulte que, si l'on pourvoit à l'exécution d'un travail musculaire donné en ajoutant à une ration fondamentale déterminée 152^{gr} de sucre de canne, il faudra substituer à ces 152^{gr} de saccharose 100^{gr} de graisse, pour obtenir le même travail sans nuire à la nutrition du sujet.

» Ainsi les *poids isotrophiques* du sucre de canne et de la graisse sont 1,52 et 1,00, au lieu de 2,37 et 1,00, comme cela serait si les *poids isotrophiques* se confondaient avec les *poids isoénergétiques* ou *isothermogènes*. L'écart est donc considérable, si considérable qu'il devient relativement facile d'en vérifier expérimentalement l'existence.

» *Méthode, procédés et expériences.* — La méthode a déjà été exposée dans un article que j'ai fait publier par Contejean (*Archives de Physiologie*, 1896). Très simple en est le principe. Il consiste à s'assurer, avec une pesée régulièrement faite, chaque matin, si la nutrition d'un sujet, soumis la veille à un travail et à un régime déterminés, est influencée quand il y a substitution réciproque, dans la ration, de la graisse pure (saindoux) et du sucre de canne, en diverses proportions.

» Naturellement, toutes les précautions doivent être prises pour assurer la permanence de l'identité de toutes les autres conditions expérimentales. Lorsque cette identité est à peu près réalisée, on peut avoir pleine confiance dans les pesées destinées à montrer que l'alimentation a rempli convenablement son but. Que le poids du sujet reste stationnaire ou plutôt oscille autour d'une certaine valeur moyenne, ce sera l'indice que le potentiel de la ration alimentaire suffit exactement à la production du travail physiologique qui est demandé aux muscles. Dans le cas où le poids fléchirait, on en induirait que, la ration ayant été insuffisante, il a fallu que le sujet emprunte à sa propre substance une partie du potentiel nécessaire à cette production de travail. Enfin, si le poids de l'animal était, au contraire, en croissance, on conclurait à l'exubérance de la ration; alors une partie du potentiel alimentaire, restant disponible après la production du travail physiologique, serait employée à la constitution des réserves d'hydrate de carbone et de graisse.

» Telle est la méthode.

» C'est sur le chien qu'elle a été appliquée. Il m'a fallu trouver des animaux parfaitement dressés au travail journalier qu'on avait à faire intervenir, habitués de plus aux substitutions alimentaires dont on voulait étudier l'influence. Mes tentatives ont été nombreuses. J'ai fait peu de bonnes rencontres. L'une d'elles a été complètement heureuse : c'est celle d'une jeune chienne dont le dressage a été commencé au mois de novembre 1896, et sur laquelle les expériences se continuent encore aujourd'hui avec le plus grand succès. Au bout de fort peu de temps, cette chienne était remarquablement entraînée à l'exercice qu'on exigeait d'elle (marche au trot allongé dans l'intérieur d'une roue actionnée par un moteur à eau). De plus, l'animal était arrivé promptement à s'accommoder à peu près également bien des deux rations complémentaires à comparer entre elles (sucre et graisse). On l'avait même accoutumé à d'autres aliments simples, tels que l'amidon cru.

» On faisait commencer le travail toujours à la même heure après le repas, quand la chienne était en pleine digestion. Le sang se trouvait alors saturé des principes gras ou sucrés puisés dans le tube intestinal. Donc le tissu musculaire avait constamment ces principes à sa disposition, soit pour une consommation immédiate appliquée directement à la production du travail, soit, plutôt, pour la reconstitution incessante du glycogène incorporé au tissu musculaire, glycogène que je considère comme la seule forme sous laquelle le potentiel puisse être employé à l'exécution du travail physiologique des organes contractiles.

» Pour la mesure du travail exécuté, la roue était munie d'un compteur de tours. Le travail durait exactement une ou deux heures; mais le parcours accompli pendant ce temps n'était pas toujours le même, quoique le moteur fût assez régulier. En effet, l'animal, en ralentissant ou en accélérant son allure, entravait ou favorisait l'action du moteur. Toutefois les compensations, qui s'établissaient spontanément au cours des expériences, entretenaient à un degré suffisant l'égalité du travail accompli dans les périodes qui étaient comparées entre elles. En général, le sujet faisait 12^{km} à 13^{km} quand la durée du travail était d'une heure. Si la rotation de l'appareil durait deux heures, la valeur du parcours doublait et atteignait environ 25^{km} à 26^{km}. Le travail musculaire n'était alors employé qu'au déplacement horizontal du corps de l'animal et non pas à son soulèvement. Il en résulte que l'activité intérieure des muscles n'était pas accompagnée de travail mécanique ou extérieur. Mais la dépense énergétique entraînée par le fonctionnement du système musculaire n'en était pas moins nettement déterminée.

» Après le travail l'animal était tenu à l'attache et laissé dans le repos le plus complet, à l'abri de toutes les causes d'excitation extérieure.

» Le sujet ne faisait par jour qu'un seul repas pris le matin, repas comprenant une ration fondamentale de viande, la ration complémentaire de sucre ou de graisse et, enfin, la boisson. Au début des recherches, celle-ci (eau pure) était laissée jusqu'au soir à la discrétion du sujet. On retirait le récipient seulement pendant la nuit, pour supprimer toute possibilité d'ingestion quelconque dans les douze heures précédant la pesée du matin, témoin de l'influence exercée sur la nutrition par l'alimentation de la veille. Mais cette pratique a duré peu.

» On avait calculé, d'après des expériences antérieures, qu'une ration de 400^{gr} de

viande crue suffirait au remplacement des albuminoïdes enlevés aux tissus de l'organisme par le mouvement de rénovation de leur matière. C'était une ration un peu juste. Elle a été ensuite élevée à 500^{gr}. Le choix s'était porté sur de la viande de cheval, dont on pouvait se procurer aisément, chaque jour, des morceaux de même provenance et de même qualité. On avait soin de la débarrasser minutieusement de toute la graisse interfasciculaire qu'elle pouvait contenir. D'après le dosage de l'azote, très souvent répété sur cette sorte de viande, sa teneur en substance albuminoïde sèche était environ de 20 pour 100. La valeur énergétique de cette ration ne s'éloignait donc guère de 475^{Cal} à 480^{Cal} (calculée d'après le chiffre donné par Berthelot pour la chaleur de combustion de l'albumine jusqu'à l'urée).

» Pour la ration complémentaire, on a commencé par les quantités de 51^{gr} de saindoux et 121^{gr} de sucre de canne. Dans les deux cas, cette ration complémentaire présentait à peu près la même valeur énergétique que 100^{gr} d'albumine sèche, soit 479^{Cal}. Puis on augmenta les quantités de graisse et de sucre, soit en conservant entre elles le même rapport : $\frac{\text{graisse}}{\text{sucre}} = \frac{1,000}{2,373}$ (*proportion isodynamique* ou *isoénergétique*), soit en élevant la valeur de ce rapport jusqu'à $\frac{1,000}{1,520}$ (*proportion isoglycogénétique*).

» La glycose a été parfois substituée à la saccharose dans la proportion de $1^{gr},059$ de glycose pour 1^{gr} de saccharose, équivalant au rapport inverse des pouvoirs thermogènes de ces deux substances, $\frac{3,962}{3,739}$. Mais les expériences avec la glycose n'ont pu être très multipliées, à cause de l'action laxative assez énergique qu'elle exerçait sur notre animal. Du reste, avec le sucre de canne, les fèces étaient toujours plus abondantes et plus molles qu'avec la graisse, ce qui constituait un avantage pour cette dernière.

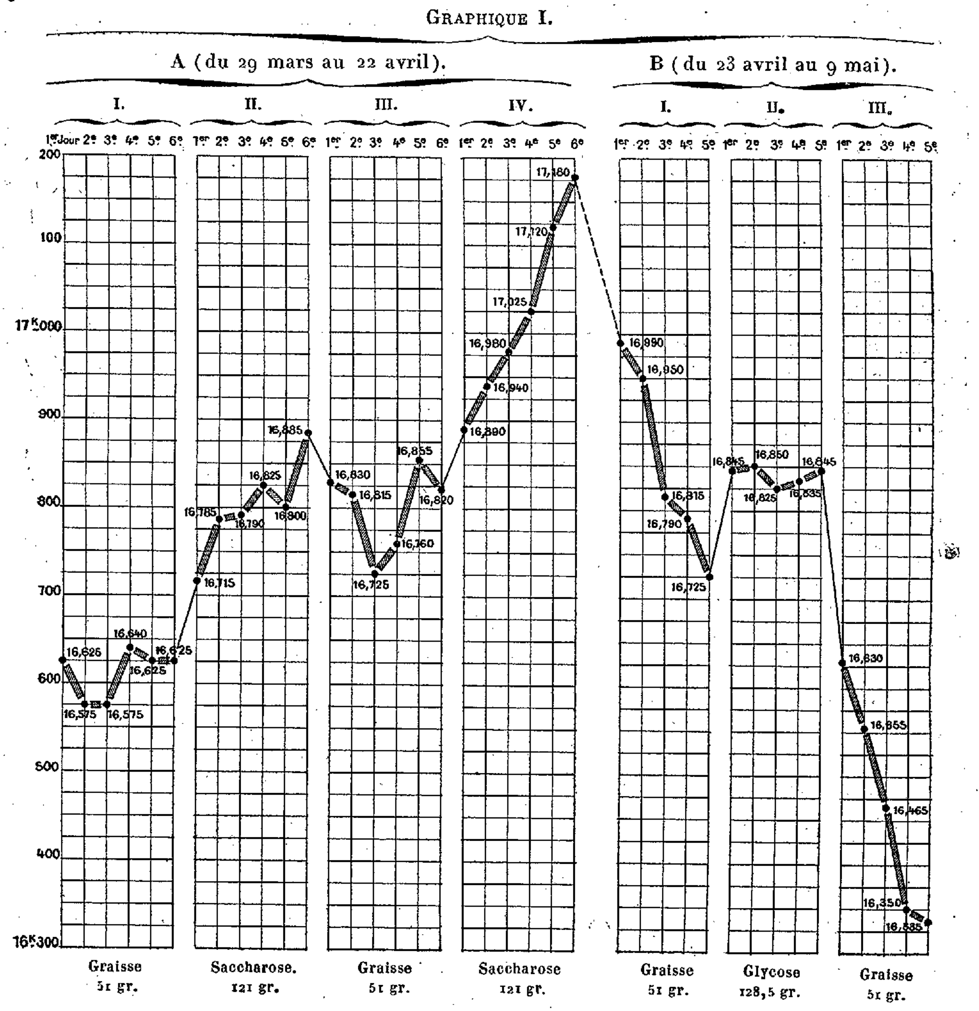
» La graisse alimentaire était couramment donnée à la dose de 110^{gr}. On n'en a jamais retrouvé dans les fèces que des traces négligeables. Il a toujours été impossible d'y rencontrer, de même que dans l'urine, la moindre quantité de saccharose ou de glycose, quoique l'animal prît jusqu'à 200^{gr} de sucre de canne.

» Les comparaisons alimentaires intéressantes ont toujours pu être faites pendant des périodes d'état physiologique exactement symétriques pour le sucre et pour la graisse, sauf pourtant l'exception inévitable résultant de l'action relâchante exercée sur le tube digestif par les hydrates de carbone. On a pallié cet inconvénient en raccourcissant le plus possible le temps consacré aux comparaisons. C'est ainsi que l'alternance du sucre et de la graisse se faisait par périodes de trois, quatre, cinq, six jours au plus. Les chances d'identité des autres conditions expérimentales s'en trouvaient également accrues ; mais il est bien évident que l'identité théorique ne peut jamais être obtenue dans des expériences de cette nature. D'où une superposition imparfaite des poids constatés et des poids attendus. Mais jamais les écarts ne prennent une importance capable d'altérer la valeur vraie et la signification des pesées.

» EXPÉRIENCES N° 1. — *Sucre et graisse administrés en proportions isodynamiques ou isoénergétiques.* — Ration fondamentale : 400^{gr} de viande. Rations complémentaires à comparer : 51^{gr} de saindoux ou 121^{gr} de sucre de canne (rapport : 1:2,373). Une heure de travail dans la roue. Le graphique n° 1 permet d'apprécier d'un seul coup d'œil l'influence exercée sur la nutrition par les deux rations compa-

rées : A, période pendant laquelle le sujet se portait et s'entretenait parfaitement; B, période pendant laquelle le sujet, impressionné par l'état de rut, tendait à la dépression.

GRAPHIQUE I.



» On voit que, dans les deux cas A et B, la graisse et le sucre, quoique administrés *à doses isoénergétiques*, ne se sont pas montrés *isotrophiques*. L'effet nutritif a été beaucoup plus avantageux avec le sucre qu'avec la graisse. En A, avec la ration de graisse, le poids oscille autour d'une moyenne, c'est-à-dire reste à peu près stationnaire; donc la ration suffit juste à l'entretien de l'animal. Avec la ration de sucre, au contraire, le poids augmente constamment; donc elle est plus que suffisante pour l'entretien et se montre capable d'accroître les réserves de potentiel. En B, avec l'hydrate de carbone, le poids demeure stationnaire, tandis qu'il décroît rapidement avec la graisse. Pendant cette période de dépression, la graisse est tellement inférieure

au sucre en aptitude nutritive qu'elle doit recevoir, pour l'entretien des travaux physiologiques du sujet, une coopération de potentiel emprunté à la propre substance de celui-ci.

» EXPÉRIENCES N° 2. — *Sucre et graisse administrés en proportions intermédiaires entre les proportions isoénergétiques et les proportions isoglycogénétiques.* — Ration fondamentale : 500gr de viande. Rations complémentaires à comparer : 110gr de graisse ou 200gr de saccharose (rapport 1 : 1,82, au lieu de 1 : 2,373). Boisson : 400gr d'eau prise exclusivement au moment du repas. Deux heures de travail dans la roue. Le graphique n° II donne les effets des deux régimes sur la nutrition de l'animal.

» Résultats identiques à ceux des expériences n° 1, série A. Dans les conditions spéciales aux expériences n° 2, la graisse entretient l'animal à un poids voisin de celui qu'il possède quand cet aliment est substitué au sucre. Donc 110gr de graisse n'apportent aux muscles en activité, dans cette nouvelle expérience, que l'énergie strictement nécessaire à l'exécution des travaux intérieurs accomplis par ces organes. Au contraire, l'énergie potentielle contenue dans 200gr de sucre de canne, quoique bien inférieure à celle des 110gr de graisse, dépasse les exigences du travail physiologique. D'où un excédent qui accroît les réserves de l'économie animale.

» EXPÉRIENCES N° 3. — *Sucre et graisse donnés en proportions isoglycogénétiques.* — Conditions identiques à celles des expériences n° 2. *Seulement la ration de sucre est réduite à* 168gr qui ont la valeur *glycogénétique* de 110gr de graisse. Les résultats, consignés dans le graphique n° III faisant suite au graphique n° II, sont des plus remarquables. On y voit que *les aptitudes nutritives du sucre et de la graisse se montrent alors, à très peu près, de même valeur*. Les poids démonstrateurs oscillent, en effet, dans les deux cas, sensiblement autour de la même moyenne.

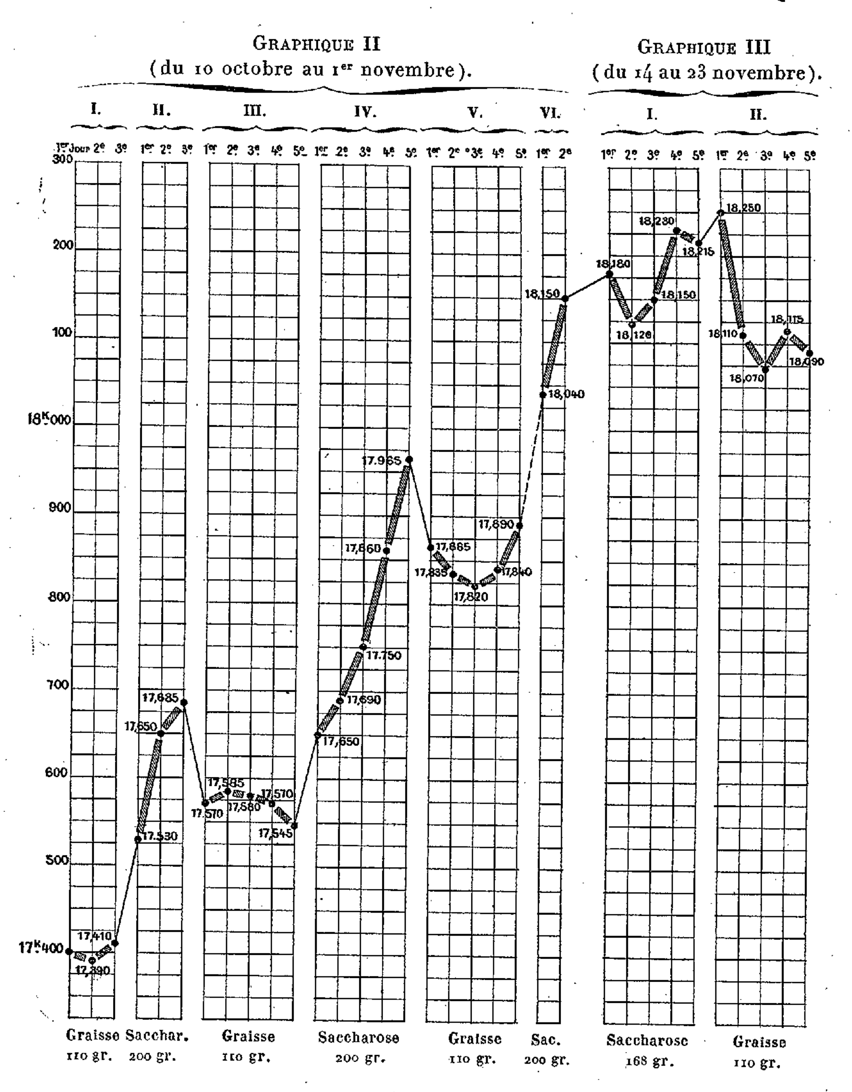
» La masse des faits que j'ai accumulés, dans ces recherches poursuivies depuis deux ans sans aucune relâche, parlent tous dans le même sens. J'aurai à en produire encore un certain nombre. Mais, dès à présent, je n'hésite pas à tirer de ces recherches les conclusions suivantes :

» 1° *Le pouvoir nutritif du sucre et de la graisse ne se mesure pas, chez l'animal de travail, à la quantité d'énergie potentielle contenue dans ces deux aliments. Entre l'aptitude nutritive et l'aptitude énergétique ou thermogène il existe un écart considérable. En effet, le pouvoir nutritif du sucre de canne étant* 1, *celui de la graisse est* 1,52 *et non* 2,373, *comme le veut la théorie actuelle des poids et des substitutions isodynames.*

» 2° *Il existe, au contraire, une identité parfaite entre l'aptitude nutritive du sucre et de la graisse et l'aptitude glycogénétique de ces deux substances. En effet,* 1gr,52 *de sucre de canne ou* 1gr *de graisse font, pour celle-ci par oxydation rudimentaire, pour celui-là par hydratation, la même quantité de glycose, soit* 1gr,61.

» *Ainsi, la saccharose et la graisse possèdent le même pouvoir nutritif*

quand on administre, de l'un et de l'autre, les poids propres à former la même quantité de glycose ou de glycogène. Les poids isotrophiques de ces deux substances se confondent donc avec les poids isoglycogénétiques.



» 3° *Donc, les études expérimentales fort délicates qui m'avaient amené à prévoir cette équivalence reçoivent, des recherches entreprises pour en vérifier l'exactitude, une éclatante confirmation. Toutes les substances alimentaires ne sont pas aptes à fournir directement le potentiel énergétique où s'alimente le travail physiologique des muscles. Ce rôle est exclusivement dévolu au glycogène*

qui les imprègne. Il se dépense incessamment et se renouvelle sans cesse, grâce aux transformations chimiques qu'éprouvent dans l'organisme les apports alimentaires de toute nature.

» Inutile de faire remarquer l'importance considérable que ces résultats donnent au rôle du sucre dans l'alimentation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. D. Tommasi adresse une Note sur « l'équilibre chimique dans l'électrolyse ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Ch. Binet-Sanglé soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Tératologie, théorie nouvelle de la monstruosité et de l'inversion ».

(Commissaires : MM. Blanchard, van Tieghem, Milne-Edwards, Bornet, d'Arsonval.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La deuxième Partie du Tome II de la « Minéralogie de la France et de ses colonies », par M. *A. Lacroix*. (Présenté par M. Michel Lévy.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les cas du problème des trois corps (et des n corps) où deux des corps se choquent au bout d'un temps fini.* Note de M. Painlevé, présentée par M. Poincaré.

« Considérons un système S de n points matériels s'attirant suivant les lois de Newton. Deux des corps ne se choqueront *au bout d'un temps fini* que si les positions et les vitesses initiales des n corps sont exceptionnelles et satisfont *à deux conditions*. Ces deux conditions se réduisent à une

(l'autre étant vérifiée d'elle-même) quand les n corps se meuvent dans un même plan.

» Dans le cas de *deux* corps, ces conditions sont *algébriques*. En est-il de même dans le cas de trois ou de n corps? Certains auteurs inclinaient à le penser; c'est là d'ailleurs la première question qui se pose dans l'étude du problème des n corps au point de vue des chocs possibles. Je vais montrer que *dès que n dépasse* 2 (ou, plus précisément, *dès que trois masses au moins ne sont pas nulles*), *lesdites conditions sont sûrement transcendantes*.

» Il me suffit évidemment d'établir la proposition dans le cas *du mouvement plan*. Je m'appuie, à cet effet, sur un théorème que j'ai démontré antérieurement :

» *Quelles que soient les valeurs des n masses, du moment que n surpasse* 2 *et que trois masses au moins ne sont pas nulles, toute équation intégrale* [1] ALGÉBRIQUE *du mouvement est une conséquence des intégrales classiques*.

» Autrement dit, soient (ξ, η) les coordonnées du centre de gravité G de S, (ξ', η') sa vitesse, $2T$ la force vive de S dans son mouvement autour de G, U la fonction de forces $\sum f\frac{mm'}{r}$, enfin $W = C$ le moment par rapport à G des quantités de mouvement de S (dans le mouvement de S autour de G). Toute équation intégrale algébrique est de la forme

$$(1) \qquad \psi[\xi', \eta', (\xi - \xi' t), (\eta - \eta' t), (T - U), W] = 0,$$

où ψ est une fonction algébrique des variables.

» La même proportion subsiste si, au lieu de supposer l'équation intégrale $F = 0$ algébrique par rapport à toutes les variables, *on suppose seulement* F *algébrique par rapport aux vitesses, et fonction de* $x_1, \ldots, y_n, t$, *à un nombre fini de branches*.

» Admettons maintenant qu'il y ait choc au bout d'un temps fini quand la condition algébrique

$$(2) \qquad \chi(t, x_1, y_1, \ldots, y_n, x_1, y'_1, \ldots, y'_n) = 0$$

est remplie. Cette condition est une équation intégrale du mouvement. Elle est donc de la forme (1). Il est évident, d'autre part, que la condition (2) est encore remplie : 1° quand on augmente t d'une constante

---

[1] J'appelle *équation intégrale* toute relation entre t, les x_i, y_i et les x'_i, y'_i, qui ne peut être vérifiée dans son mouvement pour $t = 0$ sans l'être quel que soit t. Le théorème énoncé s'applique au mouvement de S dans l'espace.

(elle est donc indépendante de t); 2° quand on augmente ξ, η, ξ', η' de constantes (sans changer les vitesses par rapport à G), ce qui ne change ni T — U, ni W; la relation (2) est donc indépendante de ξ, η, ξ', η', et peut s'écrire

$$W = \varphi(T - U).$$

Mais les équations du mouvement ne changeant pas quand on change t en $\alpha^3 t$, les x_i, y_i en $\alpha^2 x_i$, $\alpha^2 y_i$, les x'_i, y'_i en $\frac{x'_i}{\alpha}$, $\frac{y'_i}{\alpha}$, on doit avoir

$$\alpha W = \varphi\left[\frac{(T-U)}{\alpha^2}\right] = \alpha\varphi(T-U),$$

c'est-à-dire

$$\varphi(T-U) = \frac{\lambda}{\sqrt{T-U}},$$

λ désignant une constante *numérique* (qui peut avoir plusieurs déterminations et en particulier être nulle). Autrement dit, la condition (2) peut s'écrire

$$W^2(T-U) = \lambda^2. \tag{3}$$

» Or, quelle que soit la valeur supposée de λ, il est facile de voir que, moyennant certaines *inégalités*, les conditions initiales vérifiant (3) correspondront à un mouvement *hyperbolique* (mouvement où les trois astres s'éloignent l'un de l'autre indéfiniment quand t tend vers $+\infty$ ou vers $-\infty$). Il est donc impossible que l'équation (3) soit condition suffisante du choc.

C. Q. F. D.

» Le même raisonnement prouve que (dans le plan), *la condition du choc ne saurait se traduire par une relation* F = 0, *où* F *soit algébrique par rapport aux vitesses et fonction uniforme (ou à un nombre fini de branches) des coordonnées*. Il suit de là que, dans l'espace, les conditions du choc ne sauraient se traduire par deux relations F = 0, Φ = 0 où F, Φ soient algébriques par rapport aux vitesses et fonctions à un nombre fini de branches des coordonnées.

» On peut préciser encore ce résultat de la manière suivante : bornons-nous, pour plus de clarté, au cas de trois corps mobiles dans un même plan. En tenant compte des intégrales classiques, on sait qu'on ramène l'étude du mouvement à l'étude d'un système Σ de deux équations différentielles du second ordre, où r_1, par exemple, est la variable, r_2, r_3 les deux fonctions inconnues (r_1, r_2, r_3 désignant les distances des trois corps); ces équations dépendent d'ailleurs de la constante des forces vives h et de

la constante des aires C. *Ce système* Σ *admet-il des équations intégrales* $F = 0$, *où* F *soit algébrique (et homogène) en* dr_1, dr_2, dr_3 *et fonction à j branches de* r_1, r_2, r_3 (les constantes C, h pouvant figurer d'une façon quelconque)? Les propositions générales que j'ai établies sur les intégrales des systèmes (voir les *Comptes rendus*, janvier 1897) permettent de démontrer qu'il n'en est rien ([1]). Il suit de là que, si $F(r_1, r_2, r_3, dr_1, dr_2, dr_3, h, C) = 0$ est la condition du choc, *il est impossible qu'elle puisse se mettre sous une forme où* F *soit algébrique en* dr_1, dr_2, dr_3 *et fonction uniforme (ou à j branches) de* r_1, r_2, r_3. »

ASTRONOMIE. — *Sur un mode particulier d'observations circumzénithales.* Mémoire de M. **Ch. Rouget** (Extrait par l'auteur), présenté par M. Léauté.

« Dans la séance du 17 juillet 1882, M. Perrier a bien voulu présenter en mon nom, à l'Académie des Sciences, une Note qui contenait l'exposé succinct d'un mode particulier d'observations circumzénithales : il s'agissait d'employer deux étoiles dont l'une ait une déclinaison supérieure à la latitude du lieu, et l'autre une déclinaison inférieure, et d'observer le moment où ces deux astres paraissent dans le même plan vertical.

» Pendant un certain temps, avant et après son passage au méridien, l'astre de déclinaison supérieure est compris dans un plan azimutal qui tourne en sens *inverse du mouvement diurne apparent;* tandis que le plan d'azimut qui comprend l'astre inférieur tourne *dans le même sens que le mouvement diurne*, cela à cause du *pivot* qui est le zénith, placé comme déclinaison entre les déclinaisons des deux astres, et de l'axe de rotation commun, qui est la ligne qui joint le centre de la Terre au zénith, supposé immobile.

» J'ai repris en détail l'étude de cette question, qui paraît d'autant plus intéressante que la rapidité avec laquelle les deux plans azimutaux se rapprochent et finissent par se confondre, au moment même du passage de la trajectoire au zénith du lieu d'observation, fournit un moyen très précis de constater l'époque du phénomène.

([1]) La même proposition s'applique, tant dans le plan que dans l'espace, pour n quelconque, aux systèmes différentiels *réduits* qu'on substitue aux équations du mouvement, en tenant compte des intégrales classiques.

» J'expose, dans le travail ci-joint, l'examen de la période pendant laquelle le plan azimutal de l'étoile supérieure se meut à partir du méridien vers l'ouest, par exemple (et par prolongation au delà du pivot vers l'est, sur l'horizon) : c'est la période utile. L'azimut Az de digression de ce plan d'azimut, tant à l'est qu'à l'ouest du méridien, a pour expression $\sin Az = \frac{\cos D'}{\cos l}$, en appelant D' la déclinaison de l'astre supérieur, et l la latitude du lieu d'observation; au delà, la rotation du plan d'azimut s'annule et change de sens. L'angle horaire de l'étoile, à ce moment, a pour expression, en l'appelant p, $\cos p = \frac{\operatorname{tang} l}{\operatorname{tang} D'}$; réduit en temps, il donne la durée de la période utile, avant et après le passage de l'étoile au méridien.

» Je rappelle que le principe fondamental de la Théorie des Trajectoires est celui-ci : *Avec un chronomètre à secondes, qui peut n'être mis en marche qu'au moment des observations, il est possible, en constatant les époques de passages de deux trajectoires, séparées par un intervalle de temps évalué au chronomètre, de déterminer la latitude et le temps sidéral du lieu où l'on opère, sans* aucun changement préalable.

» Je fais voir qu'avec une connaissance aussi imparfaite qu'on le voudra de la latitude et de la longitude du lieu d'observation, on peut savoir, d'avance, par approximation, l'heure sidérale du phénomène, et surtout l'orientation d'une trajectoire quelconque, de sorte que, avec un instrument muni d'une boussole, on est en mesure d'être très suffisamment renseigné pour ne pas manquer la constatation de l'heure du passage.

» Je montre enfin que, en traitant la Lune comme une étoile, et prévoyant d'après ses positions, notées sur un globe ou une carte, pour une nuit quelconque, les trajectoires qu'elle pourrait former avec des étoiles, dans les *conditions précitées d'observations circumzénithales*, on aurait au moment du passage une trajectoire connue, car elle passe par l'étoile et le *zénith*, dont les coordonnées sont données au même instant par la latitude et l'heure sidérale : de là une première équation entre les coordonnées inconnues de la Lune.

» La seconde équation se trouve dans la *Connaissance des Temps;* en prenant aux heures de Paris, qui comprennent l'époque simultanée du lieu d'observation, les deux couples de coordonnées de la Lune, ils fournissent une nouvelle trajectoire connue, en les considérant comme appartenant à deux astres différents et distincts.

» *Mode d'observation.* — Je crois que l'on peut se contenter, grâce aux

mouvements contraires des plans d'azimut, d'un miroir tournant autour d'un axe horizontal, monté sur un plateau muni d'une boussole. Je vais expérimenter un instrument bien plus simple, que j'appelle *planchette astronomique*. C'est une planchette munie d'une boussole : elle contient un fil à plomb et deux miroirs dont je décris l'agencement. J'espère pouvoir bientôt rendre compte de son fonctionnement à l'Académie. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un réseau conjugué particulier de certaines surfaces dérivées des surfaces de second ordre.* Note de M. S. **Mangeot**, présentée par M. Darboux.

« Les lignes de symétrie L d'un ellipsoïde ou hyperboloïde S forment une famille de courbes appartenant à la classe des courbes C dont les tangentes sont perpendiculaires à leurs polaires par rapport à la quadrique, et les surfaces de symétrie Σ de cette quadrique font partie des surfaces Γ dont chacune est le lieu d'un point tel que la distance de ce point à chaque plan principal de S est proportionnel au produit des distances de ce plan à deux plans décrivant deux quelconques, C_1, C_2, des courbes C. Si x_1, x_2, x_3 désignent les coordonnées d'un point de l'espace rapporté aux trois axes Ox_1, Ox_2, Ox_3 de la quadrique; a_1, a_2, a_3 des constantes proportionnelles aux carrés de ses axes, que je suppose inégaux, et u, v deux paramètres, les deux formules

$$x_n = e^{\int \frac{du}{f(u)[a_n+\varphi(u)]}},$$

$$(\mathrm{A}) \qquad x_n = e^{\int \frac{du}{f(u)[a_n+\varphi(u)]}}\, e^{\int \frac{dv}{f_1(v)[a_n+\varphi(v)]}},$$

où l'on fait $n = 1, 2, 3$, définissent, la première toutes les courbes C, la seconde toutes les surfaces Γ, pour les différentes formes des fonctions $f(u)$, $\varphi(u)$, $f_1(v)$, $\varphi_1(v)$. Les lignes L et les surfaces Σ correspondent à l'hypothèse $\varphi(u) \equiv 0$.

» Je considère individuellement une surface Γ [1]. Sur cette surface, les courbes de paramètre u, et celles de paramètre v, forment un réseau dont

---

[1] Les surfaces Γ ont été considérées pour la première fois en 1878, au § XV de notre *Mémoire sur la théorie des coordonnées curvilignes*. Depuis M. Lie a démontré que leurs lignes asymptotiques se déterminent par des quadratures. (Note de M. G. Darboux.)

je vais indiquer quelques propriétés. Ces deux systèmes de lignes, qui sont toutes des courbes C, sont conjugués.

» Soient MT′, MT″ les tangentes aux deux courbes de paramètres v et u qui passent en chaque point $M(x_1, x_2, x_3)$ de Γ, et M′, M″ les points focaux autres que M, de ces deux droites qui engendrent deux congruences. Les coordonnées de M′ et de M″ ont pour expressions $x_n \frac{a_n+\varphi(u)}{a_n+\varphi_1(v)}$ et $x_n \frac{a_n+\varphi_1(v)}{a_n+\varphi(u)}$. Elles montrent que, si M décrit la surface Γ, M′ et M″ décrivent aussi deux surfaces Γ, soient Γ' et Γ'', et si M se meut sur une des lignes C, M′ et M″ parcourent également deux des lignes C.

» Dans le cas où Γ est l'une des surfaces Σ, Γ' et Γ'' sont aussi deux surfaces Σ, soit Σ' et Σ''; et si l'on fait alors mouvoir le point M sur une ligne L, les points M′ et M″ se déplacent sur deux lignes L, tandis que les trois droites MT′, MT″, M′M″ engendrent trois surfaces Σ.

» Je considère maintenant l'équation linéaire qui caractérise le réseau conjugué formé, sur la surface Γ, par les courbes de paramètres u et v, à savoir

$$(E_0) \qquad [\varphi(u)-\varphi_1(v)]\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}+\frac{1}{f_1(v)}\frac{\partial\theta}{\partial u}-\frac{1}{f(u)}\frac{\partial\theta}{\partial v}=0.$$

Les invariants de cette équation (E_0) et ceux des équations (E_j), que l'on en peut faire dériver par la méthode de Laplace, ont pour valeurs

$$\frac{[(k+1)f(u)\varphi'(u)+1][kf_1(v)\varphi_1'(v)-1]}{f(u)f_1(v)[\varphi(u)-\varphi_1(v)]^2} \qquad (k=j, j-1);$$

leur examen fait apercevoir des cas d'intégrabilité de l'équation (E_0) :

» 1° L'équation (E_0) est intégrable par la méthode de Laplace quand l'un des deux produits $f(u)\varphi'(u)$, $f_1(v)\varphi_1'(v)$ est constant et égal à l'inverse d'un nombre entier p, positif ou négatif, et seulement dans ce cas. Ce cas correspond à l'hypothèse où l'une des deux lignes C_1, C_2 est une des unicursales C′ définie par la formule

$$x_n = r_n(a_n+u)^p \qquad (n=1, 2, 3),$$

r_1, r_2, r_3 étant des constantes.

» 2° On peut intégrer l'équation (E_0) toutes les fois que les deux invariants de l'équation (E_j) sont égaux, c'est-à-dire quand on a

$$2jf(u)\varphi'(u)f_1(v)\varphi_1'(v) \equiv f(u)\varphi'(u)-f_1(v)\varphi_1'(v).$$

En effet, si $\varphi'(u)\varphi_1'(v)$ n'est pas nul, cette condition exige que $f(u)\varphi'(u)$

et $f_1(v)\varphi'_1(v)$ soient égaux à $\frac{1}{c}$ et $\frac{1}{c-j}$, c étant une constante. Mais alors l'équation (E_0) devient l'équation de Poisson, car on peut prendre $\varphi(u) = u$, $\varphi_1(v) = v$. Le second membre de la formule (A) a ici pour expression $r_n(a_n + u)^c(a_u + v)^{c-j}$; cette formule définit les surfaces de Lamé pour $j = 0$.

» Lorsque le produit $\varphi'(u)\varphi'_1(v)$ est nul, chacun de ses facteurs doit l'être : le deuxième membre de la formule (A) peut être remplacé par $r_n u^{\frac{1}{a_n+c}} v^{\frac{1}{a_n+c'}}$, r_n, c, c' étant des constantes arbitraires, et l'équation (E_0) prend, après les substitutions

$$\theta = \theta'\left(\frac{u}{v}\right)^{\frac{1}{c-c'}}, \qquad u' = \frac{\log u}{c - c'}, \qquad v' = -\frac{\log v}{c - c'},$$

la forme simple

$$\frac{\partial^2 \theta'}{\partial u'\, \partial v'} = \theta',$$

dont j'ai donné ailleurs l'intégrale générale (¹). Les surfaces Γ correspondantes à ce cas sont les surfaces de symétrie de quadrique S, qui sont, en même temps, surfaces de symétrie d'une quadrature homofocale, et aussi les surfaces de symétrie communes à deux quadriques quelconques homofocales à S.

» L'un des résultats que je viens d'indiquer donne lieu à ce théorème :

» *Pour que l'équation caractéristique du réseau formé, sur une surface de symétrie* Σ *d'une quadrique* S, *par les lignes de symétrie de cette quadrique et leurs courbes conjuguées* D, *soit intégrable par la méthode de Laplace, il est nécessaire et suffisant que cette surface* Σ *soit une des surfaces de la symétrie* Σ_1 *dont chacune est définie par la condition de passer par une des courbes* C′ (²).

» Ces surfaces Σ_1 peuvent être facilement construites par points, leurs coordonnées ayant pour expressions

$$r_n(a_n + u)^p v^{\frac{1}{a_n}} \qquad (n = 1, 2, 3);$$

et leur construction peut être effectuée par la règle et le compas lorsque les carrés des axes de S ont entre eux des rapports commensurables.

(¹) Thèse de doctorat : *De la symétrie courbe;* Gauthier-Villars et fils; 1860.

(²) Les lignes D, qui comprennent cette courbe, sont toutes des courbes C′, ayant le même ordre. Les deux surfaces Σ′, Σ″ font ici partie, comme Σ, des surfaces Σ_1.

» Parmi les surfaces Σ_1 je citerai : 1° celles qui passent par les paraboles du complexe des droites perpendiculaires à leurs polaires par rapport à la quadrique ; 2° celles qui passent par les cubiques de Chasles relatives à la quadrique, ou, ce qui revient au même, par les projections des lignes de symétrie de la quadrique sur cette quadrique elle-même. Chacune de ces dernières surfaces est le lieu des pieds des normales abaissées, sur les quadriques homothétiques et concentriques à S, des différents points de l'une des trajectoires orthogonales de ces quadriques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Taylor.* Note de M. **Eug. Fabry**, présentée par M. Darboux.

« Si l'on développe une fonction en série de Taylor, la circonférence de convergence passe en général par un seul point singulier. Mais, si les coefficients de la série sont choisis arbitrairement, M. Borel a montré (*Comptes rendus,* 14 décembre 1896) qu'en général tous les points de la circonférence de convergence sont singuliers; j'ai également donné (*Comptes rendus,* 18 janvier 1897) une démonstration de ce théorème. Je me propose de chercher les conditions que doivent remplir les coefficients pour qu'il n'y ait sur la circonférence de convergence qu'un point singulier, isolé dans une certaine région.

» Soit la série

$$f(z) = \Sigma a_n z^n$$

ayant pour rayon de convergence l'unité. Posons

$$\Delta_h = a_{n+h} - \frac{h}{1} a_{n+h-1} + \frac{h(h-1)}{1.2} a_{n+h-2} - \ldots + (-1)^h a^n,$$

d'où l'on déduit

$$a_{n+h} = a_n + \frac{h}{1}\Delta_1 + \frac{h(h-1)}{1.2}\Delta_2 + \ldots + \Delta_h;$$

ε étant donné, si n est assez grand, on aura

$$|a_n| < (1+\varepsilon)^n \quad \text{et} \quad \Delta_h| < (1+\varepsilon)^n (2+\varepsilon)^h,$$

$$\frac{f^n(z)}{n!} = \sum_{\nu=0}^{\infty} a_{n+\nu} z^\nu \frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!} = (1-z)^{-n-1} \sum_{\nu=0}^{\infty} \Delta_\nu \frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!}\left(\frac{z}{1-z}\right)^\nu,$$

pourvu que cette série soit convergente, ce qui a toujours lieu si

$$\left|\frac{z}{1-z}\right| < \frac{1}{2}.$$

» θ étant une quantité positive, supposons que $\frac{1}{n} L \left| \Delta_\nu \frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!} \theta^\nu \right|$ ait pour limite supérieure o, pour n infini, quel que soit ν. Pourvu que n soit assez grand, on aura

$$\left| \Delta_\nu \frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!} \theta^\nu \right| < (1+\varepsilon)^n,$$

et, si $\left| \frac{z}{1-z} \right| < \theta$,

$$\left| \frac{f^n(z)}{n!} \right| < \left| \frac{1+\varepsilon}{1-z} \right|^n \frac{1}{|1-z| - \left| \frac{z}{\theta} \right|};$$

il en résulte que le point $z=1$ est le seul point singulier de la circonférence de convergence. Il n'y a même aucun point singulier à l'intérieur de chacune des circonférences ayant pour centre un point z tel que

$$\left| \frac{z}{1-z} \right| = \theta,$$

et passant par le point $+1$, et, par suite, à l'intérieur de leur enveloppe. Les centres de ces circonférences décrivent ainsi une circonférence dont le centre est le point $\frac{-\theta^2}{1-\theta^2}$ et le rayon $\frac{\theta}{1-\theta^2}$. Le point de rencontre de deux circonférences infiniment voisines est le symétrique du point fixe $+1$ par rapport à la tangente au lieu du centre. Si le centre est le point

$$z = \frac{-\theta^2 + \theta e^{\omega i}}{1-\theta^2},$$

la circonférence touche son enveloppe au point $z = 1 + 2\frac{\vartheta - \cos\omega}{1-\theta^2} e^{\omega i}$. Si ω varie de o à 2π, le lieu de ce point est une courbe à l'intérieur de laquelle il n'y a aucun point singulier.

» Réciproquement, supposons que le point $z=1$ soit le seul point singulier de la circonférence de convergence et que l'on puisse tracer par ce point deux droites formant avec l'axe réel positif des angles aigus $\pm\alpha$, de façon que, dans une petite circonférence de rayon déterminé, il n'y ait aucun point singulier extérieur à l'angle de ces deux droites. C'est ce qui a lieu, en particulier, si $z=+1$ est un point singulier isolé. On peut alors trouver une quantité positive ρ telle qu'il n'y ait aucun point singulier dans la circonférence de rayon $1+\rho$, sauf entre les deux droites partant du point $+1$, et formant les angles $\pm\alpha$ avec OX. Si l'on suppose $|z| < \frac{\rho}{2}$ et $|z| < \cos\alpha$, le point singulier le plus rapproché de z sera le point $+1$ et

$\sqrt[n]{\left|\frac{f^n(z)}{n!}\right|}$ aura pour limite supérieure $\left|\frac{1}{1-z}\right|$ pour $n=\infty$. Posons

$$\varphi_n(z)=\sum_{\nu=0}^{\infty}\Delta_\nu\frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!}\left(\frac{z}{1-z}\right)^\nu.$$

» Si $\left|\frac{z}{1-z}\right|\leqq\theta$, pourvu que θ soit assez petit, $\sqrt[n]{\left|\frac{f^n(z)}{n!}\right|}$ aura pour limite supérieure $\left|\frac{1}{1-z}\right|$, et celle de $\sqrt[n]{|\varphi_n(z)|}$ sera 1.

» Donnons à z des valeurs telles que $\frac{z}{1-z}=\theta e^{\nu\frac{2\pi i}{N}}$, où N est un nombre entier. On a

$$\frac{1}{N}\sum_{\nu=0}^{N-1}e^{-\nu h\frac{2\pi i}{N}}\varphi_n\left(\frac{\theta}{\theta+e^{-\nu\frac{2\pi i}{N}}}\right)=\sum_{k=0}^{\infty}\Delta_{h+kN}\,\theta^{h+kN}\frac{(n+h+kN)!}{n!(h+kN)!}$$

et, si θ est assez petit et n assez grand,

$$|\Delta_h|\,\theta^h\frac{(n+h)!}{n!\,h!}<(1+\varepsilon)^n\left[1+\sum_{k=1}^{\infty}(2+\varepsilon)^{h+kN}\theta^{h+kN}\frac{(n+h+kN)!}{n!(h+kN)!}\right].$$

» Pourvu que $2\theta<1$, le dernier terme est aussi petit que l'on voudra, si N est assez grand, et $\frac{1}{n}\,\mathrm{L}\left|\Delta_\nu\theta^\nu\frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!}\right|$ a pour limite supérieure 0, pour n infini, quel que soit ν.

» Ainsi, pour que le point $z=1$ soit le seul point singulier sur la circonférence de rayon 1, et que ce point singulier soit isolé, non seulement sur la circonférence, mais dans une région voisine extérieure comprise entre la circonférence et des directions qui ne lui sont pas tangentes, il faut et il suffit que l'on puisse trouver une quantité positive θ telle que la limite supérieure de $\frac{1}{n}\,\mathrm{L}\left|\Delta_\nu\theta^\nu\frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!}\right|$ pour $n=\infty$, soit nulle, quel que soit ν.

» Mais si n est assez grand, $\frac{1}{n}\,\mathrm{L}\left|\Delta_\nu\theta^\nu\frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!}\right|$ est plus petit que

$$\mathrm{L}(1+\varepsilon)+\frac{1}{n}\,\mathrm{L}\left[(2+\varepsilon)^\nu\theta^\nu\frac{(n+\nu)!}{n!\,\nu!}\right],$$

expression qui est maximum lorsque ν est compris entre $\frac{n(2+\varepsilon)\theta}{1-(2+\varepsilon)\theta}-1$ et $\frac{n(2+\varepsilon)\theta}{1-(2+\varepsilon)\theta}$, en supposant $(2+\varepsilon)\theta<1$. Il en résulte que, si l'on ne donne à ν que des valeurs telles que $\frac{\nu}{n}\leqq\alpha<\frac{2\theta}{1-2\theta}$, on aura une limite supérieure

au plus égale à $(1+\alpha)L(1+\alpha)+\alpha L\frac{\theta}{\alpha}$ qui tend vers o avec α. De même, si $\frac{\nu}{n} \geqq \lambda > \frac{2\theta}{1-2\theta}$, on a une limite supérieure au plus égale à

$$(1+\lambda)L(1+\lambda)+\lambda L\frac{2\theta}{\lambda},$$

expression qui s'annule pour une seule valeur positive que nous représenterons par λ. Il suffit alors, pour appliquer le théorème précédent, de prendre, pour chaque valeur de n, les différences Δ_ν telles que $n\varepsilon < \nu < n(\lambda - \varepsilon)$, ε tendant vers o avec $\frac{1}{n}$, mais aussi lentement que l'on voudra. »

PHYSIQUE. — *Sur les transformations isothermes et adiabatiques des gaz réels; détermination du rapport γ des deux chaleurs spécifiques.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

« 1. *Formules relatives aux gaz parfaits.* — Pour un gaz parfait, les transformations isothermes sont exprimées, par définition, par la relation

(1) $$Mpv = RT,$$

dans laquelle M représente la masse moléculaire du gaz, v le volume occupé par l'unité de masse sous la pression p, à la température absolue T.

» D'après mes expériences relatives aux volumes moléculaires, et en adoptant pour la masse moléculaire de l'oxygène le nombre 32, on a

$$R = 83,075.10^6 \text{ C.G.S.}$$

» Les transformations adiabatiques ont lieu suivant la formule

(2) $$pv^\gamma = \text{const.}$$

» Enfin la vitesse du son dans un pareil gaz (vibrations de très faible amplitude) est donnée par la formule

(3) $$V = \sqrt{\frac{p\gamma}{\rho}} = \sqrt{\frac{RT}{M}\gamma}.$$

» L'application de ces formules conduit à des résultats plus ou moins approchés. Je me suis proposé de les remplacer par d'autres donnant des résultats exacts.

» 2. *Transformations isothermes.* — Soit φ le rapport que j'ai précé-

demment défini sous le nom de *volume moléculaire* [1]

$$\varphi = \frac{1 - y.10^{-4}}{1 + (e-1)z.10^{-4} + (e-1)^2 u.10^{-4}}. \tag{4}$$

» Il résulte immédiatement de la définition de φ que, pour un gaz réel,

$$Mpv = RT\varphi\ (^2). \tag{5}$$

» On en déduit le coefficient d'élasticité isotherme

$$E_i = -v\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_i = \frac{p}{1 - \frac{p}{\varphi}\cdot\frac{\partial \varphi}{\partial p}} = \frac{p}{1 + \frac{p}{\Delta}\cdot\frac{\partial \Delta}{\partial p}}, \tag{6}$$

Δ représentant le dénominateur de φ.

» On pourra d'ailleurs, le plus souvent, remplacer $\frac{1}{\Delta}\cdot\frac{\partial \Delta}{\partial p}$ par son premier terme, que j'ai désigné antérieurement par $\mathcal{A}$. On aura ainsi

$$E_i = \frac{p}{1 + \mathcal{A}p}. \tag{6 bis}$$

» 3. *Transformations adiabatiques.* — Si l'on désigne par $\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_a$ la dérivée partielle dans le cas d'une transformation adiabatique, on a

$$\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_a = \gamma\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_i. \tag{7}$$

» On en déduit immédiatement le coefficient d'élasticité adiabatique

$$E_a = \frac{\gamma p}{1 + \frac{p}{\Delta}\frac{\partial \Delta}{\partial p}}, \tag{8}$$

le dénominateur pouvant se réduire à $(1 + \mathcal{A}p)$.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 703 (8 novembre 1897). — Pour éviter toute confusion j'ai substitué la lettre φ à la lettre v employée jusqu'ici. C'est d'ailleurs pour simplifier les calculs que j'ai écrit précédemment

$$v = 1 - [y + (e-1)z + (e-1)^2 u].10^{-4}.$$

Je rappelle que Π et Θ étant la pression et la température critiques du gaz, e désigne le rapport $\frac{76.p}{\Pi}$, et que les fonctions y, z et u du rapport $\frac{\Theta}{T}$ sont bien représentées (série normale) par les formules

$$y = 72.\chi^4 - 130.\chi^3 + 173.\chi^2 - 83.\chi + 12,3,$$
$$z = 101,4.\chi^4 - 220.\chi^3 + 266.\chi^2 - 119.\chi + 16,9,$$
$$u = 20.\chi(\chi - 1).$$

(2) La formule (5) établit un rapprochement entre le volume moléculaire et le coefficient *isotonique;* mais celui-ci est > 1, tandis que $\varphi < 1$ en général.

» L'équation (7) peut s'écrire

$$(9) \qquad \frac{1}{\Delta}\frac{\partial\Delta}{\partial p}dp + \frac{dp}{p} + \gamma\frac{dv}{v} = 0.$$

La relation qui remplace pour les gaz réels l'équation de Laplace est

$$(10) \qquad \Delta p v^{\gamma} = \text{const.}$$

» 4. *Vitesse du son.* — Il suffit, pour obtenir la vitesse du son à T° *sous la pression p* dans un gaz de masse moléculaire M, de remplacer, dans la formule bien connue, E en ρ par leurs valeurs ci-dessus.

$$(11) \qquad V = \sqrt{\frac{RT\varphi}{M}\frac{\gamma}{1+\frac{p}{\Delta}\frac{\partial\Delta}{\partial p}}} = \sqrt{\frac{RT}{M}\gamma\frac{10^{-4}-y}{10^{-4}+(2e-1)z+(3e-1)(e-1)u}}.$$

» Nous verrons que γ diminue lorsque la pression p augmente. D'autre part, e est proportionnel à p. Il en résulte que, contrairement à l'opinion reçue, la *vitesse du son diminue lorsque la pression augmente*.

» 5. *Détermination de* γ. — Peut-être, dit Laplace, la vitesse du son est-elle le moyen le plus précis d'obtenir γ.

» Les nombres calculés au moyen de mes formules me portent à croire qu'en effet la détermination de V dans un gaz bien desséché, à une *température* bien connue et *uniforme*, conduirait à des résultats exacts.

» J'ai examiné, à titre d'exemple, les déterminations de Wüllner sur l'air et l'anhydride carbonique à 0° et à 100 (¹). J'ai rapproché les valeurs γ calculées au moyen de la formule (11) et celles γ_1 calculées par l'auteur.

» Les nombres à 20° sont obtenus par interpolation.

	V.	γ	γ_1
Air à 0°	331ᵐ,9	1,4066	1,40526
» à 20°	»	1,406	1,40491
» à 100°	387,7	1,4029	1,40289
CO^2 à 0°	259,28	1,3274	1,31131
» à 20°	»	1,320	1,3068
» à 100°	300,14	1,2902	1,28212

(¹) Wullner, *Annalen der Ph. und Ch.*, 9ᵉ série, t. IV; 1888. — L'auteur détermine les longueurs d'onde λ par deux lectures au cathétomètre, à la température ordinaire sur le tube de verre refroidi ou réchauffé. Il n'est point question de corrections de température : de là une erreur relative en moins de 0,001 sur λ et 0,002 sur γ dans les expériences à 100°. Cette dernière se réduit à 0,0003 à 0°.

» *Application.* — J'ai utilisé ces valeurs de γ pour le calcul de l'équivalent mécanique de la calorie, en admettant les valeurs de C d'après Regnault et les données de Joule et Thomson relatives au travail interne. Je citerai seulement deux des nombres obtenus :

	C. G. S.	Kilogrammètres.
Air à 0°..........	4,206.10^7	428,7
CO^2 à 0°..........	4,219	430,1
Au lieu de	4,19	427

qui paraît résulter des meilleures expériences sur le frottement.

» Je donnerai quelques indications sur ce calcul dans une prochaine Communication, et je discuterai les résultats obtenus. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur un appareil permettant de séparer des radiations simples très voisines.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« L'appareil que je vais décrire est destiné à isoler des radiations dont les longueurs d'ondes sont très peu différentes. Il est fondé sur le principe des interférences.

» Imaginons une lentille convergente L dont l'une des faces S_1, supposée optiquement plane et couverte d'une demi-argenture, regarde une seconde surface plane réfléchissante S_2, argentée à fond. Les surfaces S_1 et S_2 étant réglées de manière à être rigoureusement parallèles, appelons a leur distance. Disposons dans le plan focal de L, situé du côté de la surface sphérique, un point lumineux monochromatique P, de longueur d'onde λ, à quelques millimètres de l'axe principal de cette lentille. Les rayons envoyés par P deviennent parallèles après avoir traversé la face courbe de L; ils se réfléchissent partiellement sur chacun des plans S_1, S_2 et, après une nouvelle réfraction à travers la surface sphérique de L, viennent converger en un point Q symétrique de P par rapport à l'axe principal du système. Plaçons l'œil en Q et, au moyen d'un dispositif assez délicat, d'ailleurs très facile à construire, faisons varier a lentement d'une quantité inférieure à $\frac{\lambda}{2}$. Il arrivera un moment où les deux faisceaux réfléchis interféreront et le système des deux surface S_1 S_2 deviendra complètement obscur. Superposons au point P un second point lumineux P' de longueur d'onde λ'. Si la distance a est convenable, les rayons émis par la seconde source n'interféreront pas totalement. Le système des surfaces

$S_1 S_2$ sera uniformément éclairé et la lumière qui arrivera en Q sera monochromatique et de longueur d'onde λ', bien que les radiations émises par le double point P, P' soient en réalité complexes.

» Pour que l'éclairement en Q soit maximum il faut donner à a une valeur telle que les deux faisceaux réfléchis par S_1, S_2, issus primitivement de P', arrivent en Q avec des phases concordantes. Il faut pour cela, K désignant un entier, que la relation

$$4a(\lambda' - \lambda) = (2K + 1)\lambda\lambda'$$

soit sensiblement vérifiée.

» Les distances a ainsi déterminées sont les écartements qu'il faudrait donner aux surfaces réfléchissantes d'un appareil producteur d'anneaux de Newton pour que ces franges, observées sous l'incidence normale, s'évanouissent (phénomène de Fizeau).

» Pour faire parvenir en Q de la lumière de longueur d'onde λ, au lieu de lumière de longueur d'onde λ', il suffit de faire varier a de $\frac{\lambda}{4}$.

» Pratiquement le point lumineux P peut être remplacé par une ouverture d'étendue appréciable, pourvu qu'elle soit tout entière contenue entre deux circonférences, centrées sur l'axe principal de la lentille L, dont les rayons satisfont aux inégalités $R^2 < R'^2 < R^2 + \frac{f^2}{a}\frac{\lambda}{8}$, f désignant la longueur focale de L, qu'il y a intérêt à prendre un peu grande (1^m environ).

» Au lieu de deux radiations simples superposées en P, on pourrait en considérer trois.

» Il faudrait alors, pour les séparer, faire passer les rayons sortant en Q dans un appareil semblable au premier; mais l'expérience qui est facilement réalisable avec un seul *extincteur* se compliquerait. D'ailleurs, il peut arriver qu'un même appareil éteigne simultanément plusieurs radiations, si l'entier K est convenablement choisi.

» *Application à l'analyse des raies spectrales*. — Supposons que l'on ait reconnu la multiplicité d'une radiation aux alternatives de maxima et de minima de visibilité des franges que cette radiation fait naître dans un réfractomètre interférentiel quelconque, susceptible de donner aux faisceaux interférents une différence de marche variable à volonté. Soit Δ_1 la différence de marche qui correspond à l'un des minima de visibilité des franges. Faisons passer la lumière à travers un extincteur dont les surfaces sont à la distance $a = \frac{\Delta_1}{2}$, avant de la faire pénétrer dans le réfracto-

mètre. En faisant varier a lentement de $\frac{\lambda}{2}$, sans toucher au réfractomètre, la visibilité des nouvelles franges produites dans cet appareil passera par des alternatives de maxima et de minima. A chaque maximum correspond l'extinction d'une radiation simple, peut-être de plusieurs, appartenant à la radiation composée. On pourra donc se rendre compte, au moins approximativement, de sa constitution. Si la radiation est double, ce que nous supposerons ici, la netteté des franges passera par deux maxima seulement correspondant à des variations de distance des surfaces S_1, S_2 égales à $\frac{\lambda}{4}$. Les deux composantes seront complètement séparées; il deviendra possible de mesurer exactement leur différence de longueur d'onde avec le réfractomètre et de les étudier une à une.

» L'avantage de cette méthode sur celle qui a été employée avec succès par M. Michelson (¹), pour l'analyse des raies spectrales, consiste dans ce fait que les composantes de la radiation multiple peuvent être isolées les unes des autres et examinées tour à tour.

» Je reviendrai ultérieurement sur les applications que comporte cette méthode. Je me bornerai, pour l'instant, à indiquer que l'on séparerait par ce moyen les deux raies D du sodium en plaçant les surfaces S_1, S_2 à $0^{mm},14$. En éloignant ces surfaces à 10^{mm}, on séparerait, dans le jaune vert, des radiations dont les longueurs d'ondes ne diffèrent que par la sixième décimale significative; en les installant à 100^{mm}, on séparerait des radiations simples dont des longueurs d'ondes ne diffèrent que par la septième décimale significative. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Ebullioscopie de quelques sels en solution éthérée.* Note de M. R. LESPIEAU, présentée par M. Friedel.

« L'étude des points d'ébullition des solutions éthérées a été faite dans l'appareil de M. Raoult; l'éther employé bouillait à 34°,6 sous la pression de 757^{mm} et le thermomètre était divisé en cinquantièmes de degré.

» Des résultats observés, il suit que l'on ne peut déduire d'une seule me-

(¹) A. MICHELSON, *Détermination expérimentale de la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses* (*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, t. XI). (Mémoire traduit de l'anglais par M. Benoît.)

sure le poids moléculaire d'un sel dissous dans l'éther. Les nombres ainsi déterminés varient en effet très rapidement avec la concentration ; aussi doit-on chercher la limite vers laquelle ils tendent quand la concentration diminue indéfiniment. Cette limite a été calculée en admettant, ce qu'un tracé graphique a suffisamment confirmé, que les courbes obtenues en portant en abscisses l'élévation du point d'ébullition Δ_T et en ordonnées le rapport de Δ_T au poids de matière dissoute sont rectilignes.

» Voici les nombres trouvés (M désigne le poids moléculaire déduit d'une observation) :

» I. $HgCl^2 = 271$. Limite 272.

Δ_T.	M.
0,15	305
0,30	346

» II. $FeCl^3 = 162,5$. Limite 153.

Δ_T.	M.
0,38	160
0,75	170
1,17	180

» M. Muller était déjà arrivé au même résultat.

» III. $ZnCl^2 = 136$. Limite 138.

Δ_T.	M.
0,33	230
0,42	280
0,62	540

» IV. $SbCl^3 = 226,5$. Limite 228.

Δ_T.	M.
0,18	229
0,36	234
0,77	245
1,51	270

» V. $UO^2(AzO^3)^2 6H^2O = 504$. Limite 1044.

Δ_T.	M.
0,35	870
0,49	807
1,10	647
1,30	604

» On voit que l'eau de cristallisation ne s'est pas séparée de l'azotate, car le poids moléculaire calculé en eût été diminué, tandis qu'on le trouve double du nombre habituellement admis.

» On a remarqué depuis longtemps que les poids moléculaires déduits de l'application des méthodes de M. Raoult pouvaient être multiples des poids moléculaires réels, parce que plusieurs molécules pouvaient se réunir en une seule. Voici, à ce sujet, une cause d'erreur dont on n'a peut-être pas assez tenu compte dans plusieurs cas : si un corps de poids moléculaire M réagit sur le dissolvant, l'éther par exemple, en donnant un corps ayant pour formule

$$M^{\alpha}(C^4H^{10}O)^{\beta};$$

les méthodes de M. Raoult fourniront *à la limite* non le nombre M, mais bien αM. α pourrait d'ailleurs être supérieur ou inférieur à l'unité. Si l'on pouvait montrer que $\alpha = 2$ pour l'azotate d'urane ou que $\alpha = \frac{1}{2}$ pour le perchlorure de fer, on serait amené à conserver les formules anciennes. Des expériences faites dans d'autres dissolvants paraissent avoir résolu le problème pour le composé ferrique, mais peut-être ne s'est-on pas assez préoccupé de cette cause d'erreur quand on a voulu déterminer les poids moléculaires des métaux, en les dissolvant dans le mercure auquel ils se combinent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le cérium.* Note de M. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dans une Note présentée à l'Académie [1], MM. Wyrouboff et Verneuil ont critiqué les résultats que j'avais obtenus relativement aux sels de cérium [2].

» 1° Tout en faisant remarquer la différence d'origine des oxydes de cérium qui ont servi, soit aux déterminations de MM. Wyrouboff et Verneuil, soit aux miennes, je montrerai d'abord que mes résultats analytiques ne présentent pas entre eux des différences plus grandes que ceux de MM. Wyrouboff et Verneuil.

» MM. Wyrouboff et Verneuil trouvent, en effet, *insolite* ce fait que dans

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 950.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 772.

le fractionnement du sulfate, les eaux-mères donnent des chiffres tantôt supérieurs, tantôt inférieurs aux chiffres fournis par les dépôts cristallins. Dans les déterminations de MM. Wyrouboff et Verneuil, on retrouve absolument les mêmes faits, soit dans un sens, soit dans l'autre.

» Par exemple, MM. Wyrouboff et Verneuil ont trouvé :

I.	1re cristallisation...	92,49	$d = 0,27$;	$e = \frac{0,27}{92,5} = 0,0029$,
	3e » ...	92,76		
II.	1re cristallisation...	92,56	$d = 0,74$;	$e = \frac{0,74}{93} = 0,0079$.
	3e » ...	93,3		

» De mon côté, j'ai obtenu :

I.	1re cristallisation...	136,5	$d = 0,9$;	$e = \frac{0,9}{137} = 0,0065$,
	Eaux-mères	137,4		
II.	1re cristallisation...	137,15	$d = 0,45$;	$e = \frac{0,45}{137} = 0,0032$,
	Eaux-mères	137,6		
III.	1re cristallisation...	137,85	$d = 2,05$;	$e = \frac{2,05}{139} = 0,0144$.
	Eaux-mères	139,9		

» Ainsi, MM. Wyrouboff et Verneuil qualifient d'insolite un fait signalé dans ma Note, et des résultats analogues sont cités dans leur Mémoire. Je ferai remarquer que l'erreur est *du même ordre de grandeur*.

» 2° Quant à l'observation difficilement acceptable qu'un cérium à poids atomique de 137,85 a donné deux parties à poids atomiques 140,7 et 138,5, il y a eu de ma part erreur de rédaction. Il n'y a rien de commun entre les deux séries de déterminations, et l'on devra lire, au lieu de « ayant fait des » cristallisations de ce même sulfate », ceci : « ayant fait des cristallisations d'un sulfate provenant d'un acétate basique ».

» 3° Lors de l'action de l'eau oxygénée sur l'acétate de cérium, comme j'opère toujours à chaud, j'ai une précipitation partielle ; c'est, en somme, le but que je me propose. Il n'y a pas là d'erreur d'observation. Quant à la pureté de l'oxyde de cérium sur lequel je travaille, je crois être à l'abri de toute critique de ce côté ; MM. Wyrouboff et Verneuil posent comme critérium de la pureté de l'oxyde de cérium la couleur blanche qu'il doit avoir : l'oxyde de cérium que j'ai obtenu est blanc, et je me suis préoccupé de débarrasser le cérium, aussi bien du thorium que des autres terres du groupe du cérium ou du groupe de l'yttrium.

» J'ai préparé l'oxyde de cérium par le procédé de Debray, et ce sont les sels de cet oxyde purifié que j'ai fractionnés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la durée du pouvoir phosphorescent du sulfure de strontium.* Note de M. **José Rodriguez Mourelo.**

« Pour rechercher si la phosphorescence du sulfure de strontium, une fois acquise, persiste et peut être considérée comme une propriété inhérente, tout en écartant, pour le moment, les causes auxquelles elle est due, j'ai fait une série d'expériences relatives à la durée du pouvoir phosphorescent, à son intensité, à la manière dont la lumière est excitée et au procédé de préparation des sulfures.

» A cet effet, j'ai pris cinq tubes d'essai et j'ai mis dans chacun d'eux 10^{gr} de chaque sulfure, obtenu par diverses méthodes ; puis j'ai fermé les tubes dans lesquels, outre les sulfures en petits fragments, il restait un peu d'air. Ces tubes ont été disposés sur une planche peinte en noir, sur laquelle on les laissa trois jours dans un lieu obscur, pour que les sulfures perdissent toute trace de phosphorescence.

» Après cela, ils ont été exposés à la lumière, au grand air et à l'ombre pendant quinze minutes, la température ambiante étant 34°. On reporta ensuite les tubes dans l'obscurité, et l'on vit que tous les sulfures offraient une phosphorescence de plus en plus intense, depuis celui qu'on obtient en réduisant le sulfate par le charbon, jusqu'à celui qui provient de la méthode de M. Verneuil modifiée par moi ; les intermédiaires se plaçaient dans cet ordre : sulfure obtenu par le carbonate de strontium et le soufre, sulfure obtenu par les actions de l'acide sulfhydrique et la strontiane, sulfure obtenu en employant la méthode imaginée par M. Verneuil, pour le sulfure de calcium. Pour éviter les répétitions, je désigne par les lettres A, B, C, D, E les cinq sulfures de strontium, rangés suivant l'intensité croissante de leur phosphorescence. Après une heure passée dans l'obscurité, l'intensité lumineuse du sulfure A était beaucoup diminuée, celle du sulfure B était aussi un peu amoindrie, et celle des trois derniers n'avait pas éprouvé de variation sensible ; mais, quinze minutes plus tard, celle du sulfure C commença à baisser, et peu de temps après il en fut de même pour celle du sulfure D, tandis que le dernier n'avait pas subi d'altération sensible.

» Les observations continuant toutes les cinq minutes, je pus constater que, trois heures après, la phosphorescence des sulfures A et B s'était éteinte ; celle du sulfure C dura cinq heures, et le sulfure D, après six

heures, avait perdu graduellement sa phosphorescence; l'intensité, pour le sulfure E, s'amoindrissait aussi, mais lentement, et douze heures plus tard il gardait encore sa phosphorescence, quoique la lumière en fût très faible.

» Dans une autre expérience, l'exposition lumineuse à l'air, sans insolation, fut prolongée durant une heure, et j'ai été à même d'observer que chaque sulfure gardait plus longtemps sa phosphorescence et qu'il serait possible d'établir entre ce fait et le temps d'exposition à la lumière un certain rapport. Je crois pouvoir avancer qu'en prolongeant l'exposition à la lumière, et par suite son absorption, on n'en obtient ni plus d'intensité lumineuse, ni changement de couleur, mais on réussit à faire durer la phosphorescence quelques heures de plus, quoique avec une intensité rapidement décroissante. Ce premier résultat a quelque intérêt relativement à des recherches que je ferai connaître plus tard.

» Il fallait déterminer le *minimum* d'exposition à la lumière diffuse, nécessaire pour exciter la phosphorescence et chercher aussi le pouvoir lumineux de chacun des sulfures. Le moins intense est A, et il lui fallait au moins deux minutes d'exposition. Pour que le sulfure B commence à luire dans l'obscurité on a besoin d'une minute trente secondes. Le sulfure C, plus excitable, n'exige qu'une minute. Le sulfure D brille après trente secondes et une seule seconde suffit pour exciter la phosphorescence du sulfure E.

» Je n'ai obtenu ces résultats qu'après de nombreux tâtonnements, en diminuant graduellement l'exposition à partir d'une heure. Ils prouvent que le sulfure doué d'une plus grande intensité de phosphorescence est non seulement celui qui conserve le plus longtemps le pouvoir d'émettre de la lumière dans l'obscurité, mais c'est le plus excitable et sa propriété phosphorescente se développe plus vite, par la seule action de la lumière diffuse pendant une seconde, sans insolation.

» J'ai réalisé une autre série d'expériences dans le but d'étudier l'action directe des rayons solaires sur l'intensité et la durée de la phosphorescence des sulfures de strontium impurs, obtenus par les méthodes et dans les conditions que j'ai exposées dans des Notes précédentes. Pour cela, les sulfures que j'avais mis dans les tubes, ayant tous perdu leur lumière, je les exposai au soleil, le thermomètre marquant 45°, et les y laissai pendant cinq minutes. En même temps, une autre série de tubes dans les mêmes conditions avait été exposée à la lumière diffuse et l'on transporta les deux séries dans un lieu obscur. Tous les tubes étaient phosphorescents et, dans

chacune des deux séries, on observait les phénomènes précédents à l'égard de l'intensité et de la durée de la phosphorescence; mais on remarquait vite que la série des sulfures exposés directement aux rayons solaires était un peu moins brillante. Je poursuivis l'insolation directe jusqu'à une heure dans les journées de température maxima (38° à 40° à l'ombre), et les effets, quant à l'intensité et à la durée de la phosphorescence, ont été les mêmes. On observa toujours, dans le même cas, une petite, mais sensible diminution; ce qui prouve que les rayons lumineux sont les seuls absorbés d'une façon sensible sans l'intervention de la température, au moins dans le cours des expériences que je décris.

» Les actions des rayons solaires sur les sulfures de strontium phosphorescents semblent être d'une autre nature : l'insolation en augmente l'excitabilité et c'est de la sorte qu'elle réduit à moins de la moitié le *minimum* d'exposition à la lumière diffuse. Ainsi, après une heure d'insolation directe la phosphorescence du sulfure A peut être provoquée en cinquante secondes, celle du sulfure E dans un temps qu'on ne peut pas apprécier, et le temps est diminué dans la même proportion pour les autres sulfures; d'où l'on peut conclure que les rayons directs du Soleil n'augmentent que l'excitabilité des sulfures de strontium. Mais ce résultat n'est pas stable. Quand l'expérience a été répétée plusieurs fois, l'excitabilité diminue peu à peu, et il arrive que le régime primitif se rétablit, ainsi que je l'ai constaté en divers cas d'une façon très précise [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'antimoine par voie volumétrique.* Note de M. H. Causse, présentée par M. Friedel.

« Les méthodes qui permettent de doser l'antimoine se divisent, comme celles de tous les métaux, en deux catégories :

» 1° Méthodes pondérales;

» 2° Méthodes volumétriques.

» Nous ne nous occuperons que de ces dernières et nous citerons les deux principales.

» En premier lieu, celle de M. Schneider, qui consiste à décomposer le sulfure d'antimoine par HCl concentré et à recueillir l'hydrogène sulfuré

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid, juillet 1897.

mis en liberté dans un volume connu d'une solution titrée d'acide arsénieux. Il se forme du sulfure d'arsenic; on titre la quantité d'acide arsénieux restant, et l'on déduit de là la teneur en antimoine, en se basant sur l'équation de décomposition

$$Sb^3S^2 + As^2O^3 + 6HCl = 2As^2S^3 + 2SbCl^3 + 3H^2O.$$

La difficulté de ce procédé consiste dans la condensation complète de l'hydrogène sulfuré.

» Dans la seconde méthode, due à M. Mohr, et applicable à l'acide antimonieux dissous sous forme d'émétique, on oxyde l'acide antimonieux par l'iode, en présence du bicarbonate de soude, et du poids d'iode employé on déduit celui de l'oxyde d'antimoine.

» L'équation de la réaction est, dans ce cas,

$$Sb^2O^3 + 2I^2 + 2H^2O = Sb^2O^5 + 4HI.$$

» Ce procédé, très rapide, a l'inconvénient de présenter de l'incertitude; on se sert comme indice de la réaction de l'empois d'amidon; mais la formation de l'iodure bleu d'amidon, dans ce milieu alcalin, est très fugace, et la fin du dosage est rendue par là difficile à saisir; généralement les nombres trouvés sont trop forts.

» La nouvelle méthode que nous décrivons, qui nous a servi à doser l'antimoine dans les combinaisons stibinophénoliques, ramène le dosage de ce métalloïde à une détermination d'iode. Elle repose sur le fait suivant : Lorsque l'acide antimonieux, soit libre ou combiné, est mis en présence de l'acide iodique, ce dernier est détruit, l'acide antimonieux passe intégralement à l'état d'acide antimonique, tandis qu'une quantité d'iode proportionnelle au poids d'acide iodique décomposé est mise en liberté :

$$5Sb^2O^3 + 2IO^5 = 5Sb^2O^5 + 2I^2.$$

» D'après cette équation, 508 parties d'iode correspondent à 1460 parties de Sb^2O^3, et 1 partie à 2,874 de Sb^2O^3; on a 2,40 d'antimoine métalloïdique.

» En désignant par P le poids d'iode trouvé, celui de l'oxyde ou de l'antimoine sera obtenu par l'une des deux relations ci-après :

$$P \times 2,874 = Sb^2O^3, \qquad P \times 2,40 = Sb.$$

» Les solutions nécessaires pour ce dosage sont :

» 1° Une solution d'acide iodique; on l'obtient en dissolvant 50^{gr} de

cet acide dans 250^{cc} d'eau distillée; on laisse reposer, on décante pour séparer l'iodate de baryum, qui accompagne souvent l'acide iodique commercial;

» 2° Une solution décime normale d'hyposulfite de sodium;

» 3° Une solution d'iodure de potassium au $\frac{1}{5}$;

» 4° De l'empois d'amidon récent.

» *Pratique de l'opération.* — L'appareil dont on fait usage est celui de Mohr ou de Frésénius pour les dosages d'iode.

» On introduit dans le ballon 0,50 ou 0,60 d'oxyde d'antimoine, on ajoute 20^{cc} à 25^{cc} de solution d'acide iodique, on adapte le tube à boule, et l'on verse dans le tube condenseur 10^{cc} de solution iodurée. On porte lentement à l'ébullition, le liquide se colore en rose et de l'iode est mis en liberté; on maintient l'ébullition jusqu'à ce que le contenu du ballon soit incolore, et que la totalité des vapeurs d'iode ait été condensée dans le tube. On détache ensuite ce dernier, on ajoute 100^{cc} d'eau distillée, 2^{cc} à 3^{cc} d'empois d'amidon; la burette étant garnie d'hyposulfite, on laisse couler de ce réactif jusqu'à disparition de la couleur bleue; on note le volume; en le multipliant par le facteur 0,0127 on aura le poids P d'iode correspondant. Il suffira alors de substituer à P le nombre trouvé, dans l'une des deux relations précédentes, pour avoir celui de l'oxyde ou de l'antimoine.

» Une série de dosages, pratiqués sur l'oxyde pur ou sur l'émétique, nous ont donné les nombres suivants :

Poids de Sb^2O^3 oxydé.	Poids d'iode trouvé.	Poids de Sb^2O^3 trouvé.
6^{gr}	2,032	6,05
2	0,680	2,02
1	0,342	0,985

Poids d'émétique employé.	Poids de Sb^2O^3 trouvé.	Calculé pour $C^4H^4O^6.SbO.K.H^2O$.
1^{gr}	41,8 %	42 %
2	41,9 %	»

» Le procédé que nous venons de décrire s'applique aussi bien à l'antimoine lui-même qu'à l'oxyde ou à ses combinaisons. Celles-ci, en effet, peuvent être ramenées à l'état de sulfure par l'hydrogène sulfuré; le sulfure traité par l'acide chlorhydrique, et ultérieurement par le carbonate de sodium, après élimination de l'hydrogène sulfuré, laisse de l'oxyde qui, débarrassé par lavage des chlorures, sera traité directement par l'acide iodique.

» Il est nécessaire d'éliminer tous les acides qui ont une action sur l'acide iodique, tels que les hydracides, l'acide sulfureux, l'acide sulfhydrique; on y parvient facilement en passant par le sulfure, que l'on ramène à l'état d'oxyde.

» Enfin, il n'est pas indispensable que celui-ci soit dissous; mais, pour assurer la régularité de l'oxydation, on peut le transformer en émétique; l'acide tartrique ou le bitartrate de potassium n'ont aucune action sur l'acide iodique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Différence entre les substitutions nitrosees liées au carbone et à l'azote*. Note de MM. **Camille Matignon** et **Deligny**.

« Nous avons étudié comparativement les chaleurs de combustion des dérivés nitrosés dans lesquels le groupement AzO est lié à la molécule par l'intermédiaire d'un atome de carbone ou d'un atome d'azote, pour vérifier si les lois antérieurement établies pour d'autres substitutions s'étendaient au groupe nitrosé.

» I. *Diphénylnitrosamine* $C^6H^5Az.AzO$.

Chaleur de combustion pour 1^{gr}		7740^{cal}
»	» moléculaire	$1533^{cal},0$ à p. c.

» II. *Nitrosophénylaniline* $C^6H^4(AzO).AzH.C^6H^5$.

Chaleur de combustion pour 1^{gr}		$7711^{cal},5$
»	» moléculaire	$1527^{cal},4$

» III. *Paranitrosodiméthylaniline* $C^6H^4(AzO).Az(CH^3)^2$.

Chaleur de combustion pour 1^{gr}		7493^{cal}
»	» moléculaire	$1124^{cal},3$

» IV. *Diphénylamine* $(C^6H^5)^2.AzH$.

Chaleur de combustion pour 1^{gr}		$9123^{cal},1$
»	» moléculaire	$1542^{cal},6$

» V. *Diméthylaniline* $C^6H^5Az(CH^3)^2$. — La chaleur de combustion est connue; elle est égale à $1142^{cal},9$ à l'état liquide. Les amines étudiées ont des chaleurs de fusion comprises entre $3^{Cal},6$ et $4^{Cal},2$; en adoptant pour la diméthylaniline la moyenne des valeurs précédentes $3^{Cal},9$, on s'écarte

certainement peu du nombre exact. On en déduit $1139^{cal},0$ pour la chaleur de combustion moléculaire à l'état solide.

» Examinons la variation de la chaleur de combustion quand on introduit un groupe AzO lié au carbone :

	cal
Nitrosophénylaniline solide	1527,4
Diphénylaniline solide	1542,6
Différence	—15,2

	cal
Paranitrosodiméthylaniline	1124,3
Diméthylaniline	1139,0
Différence	—14,7

» Quand la substitution est liée à l'azote, la différence n'est plus la même :

	cal
Diphénylnitrosamine	1533,0
Diphénylamine	1542,6
Différence	— 9,6

» 1° Tandis que la chaleur de combustion varie d'environ -15^{cal} quand on introduit le groupe AzO dans une molécule avec liaison au carbone, elle varie d'environ $-9^{cal},8$ quand cette substitution est liée à l'azote. D'ailleurs, la substitution d'un tel groupement lié de la même manière à la molécule apporte une variation sensiblement constante dans la chaleur de combustion toutes les fois que la molécule initiale n'est pas constituée par un petit nombre d'atomes, comme pour les premiers termes des séries homologues. Il est donc possible, avec les quelques cas examinés, de considérer la loi comme générale.

» 2° La migration facile du groupe AzO de l'atome d'azote à l'atome de carbone s'explique ainsi simplement.

» 3° Pour obtenir avec certitude les différences précédentes, il est nécessaire d'opérer sur des corps très purs. Les substances étudiées ont été soumises à des purifications multiples qui n'ont été arrêtées qu'avec la constance du point de fusion. La comparaison des points de fusion obtenus aux points de fusion antérieurement déterminés est la meilleure preuve du soin apporté à la purification :

	Trouvé par nous.		
	o	o	
Diphénylnitrosamine	66,8	66,5	
Nitrosophénylaniline	144,6	143	(O. Fischer)
Paranitrosodiméthylaniline	87,8	85	(Schraube)
Diphénylamine	54,2	54	(Merz et Weith)

» 4° Si nous rapprochons les résultats précédents des lois antérieurement établies, il est possible de dresser le Tableau suivant donnant la variation de la chaleur de combustion avec les différentes substitutions déjà étudiées :

	CH^3.	AzO^2.	AzO.
	Cal Cal	Cal	Cal
Liaison au C (12)...............	+ 155-156	— 45	— 15
» Az (14)............	+ 163-165	— 37	— 9,6
» O (16)..........	+ 170	— 13	

» La variation a donc lieu dans le même sens pour toutes ces substitutions et dans le même sens que le poids atomique de l'élément qui sert de liaison. Le poids atomique est le facteur important de la variation. Avant de tirer des lois précédentes les conséquences importantes dont il est déjà possible d'entrevoir la déduction nous nous proposons de compléter le Tableau précédent par l'étude des diverses substitutions liées au soufre et de la substitution AzO liée à l'oxygène ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Un réactif coloré de l'aldéhyde ordinaire.* Note de M. **Louis Simon**, présentée par M. Friedel.

« I. L'aldéhyde éthylique ordinaire partage, avec un grand nombre de corps aldéhydiques ou cétoniques, la propriété de fournir une belle coloration rouge, avec le nitroprussiate de sodium et la potasse, avec ou sans addition ultérieure d'acide acétique. (Réaction de Legal.)

» Au contraire, la réaction suivante paraît être tout à fait caractéristique :

» Si, à une solution aqueuse étendue d'aldéhyde, on ajoute quelques gouttes de *triméthylamine* aqueuse puis quelques gouttes d'une solution étendue à peine colorée de nitroprussiate, *il se développe graduellement une belle coloration bleue*. Cette coloration bleue est très intense si la solution aldéhydique est quelque peu concentrée ($\frac{1}{1000}$). Elle est encore très nettement visible pour la dilution $\frac{1}{10000}$ et paraît avoir pour limite la dilution $\frac{1}{25000}$.

» La sensibilité de cette réaction est beaucoup plus grande que celle de la réaction de Legal appliquée à l'aldéhyde, et que celle de la coloration rouge obtenue avec une fuchsine décolorée sans précautions spéciales.

» Elle est plus fugace que la coloration de Schiff, c'est-à-dire qu'elle disparaît en un quart d'heure environ pour les dilutions dont il vient d'être question.

([1]) Institut de Chimie de Lille. Laboratoire de Chimie générale.

» *Cette réaction paraît être caractéristique de l'aldéhyde éthylique.* Elle n'est fournie par aucun des corps aldéhydiques ou cétoniques suivants :

» Paraldéhyde, chloral; aldéhydes formique, propylique, isobutylique, benzylique; acétone, méthyléthylcétone, acétophénone, acétophénone bromée, benzophénone; acide phénylglyoxylique; glucose et camphre.

» Comme applications, je me suis proposé de caractériser la présence de l'aldéhyde dans quelques solvants organiques qui la renferment habituellement.

» 1° L'éther pur ne donne pas la coloration bleue; mais celle-ci se produit immédiatement dès que l'éther renferme $\frac{1}{2000}$ d'aldéhyde et, par conséquent, avec l'éther ordinaire du commerce.

» 2° L'alcool pur ne donne aucune coloration, mais de l'alcool additionné d'aldéhyde (1^{cc} pour 100^{cc} d'alcool) fournit une superbe coloration bleue avec le nitroprussiate et la triméthylamine. Cette coloration paraît même être un peu plus stable en présence d'alcool.

» 3° L'acétone pure donne avec le réactif une coloration rouge; cette coloration est complètement masquée par la coloration bleue due à l'aldéhyde dès que celle-ci se trouve dans la proportion de 1^{cc} par litre d'acétone.

» Ces quelques exemples suffiront, je crois, à montrer la sensibilité de la réaction et le parti que l'on en pourra tirer pratiquement.

» II. Dans une Note antérieure [1] j'ai signalé que l'acide pyruvique et ses dérivés fournissent une coloration bleue avec l'ammoniaque et les amines en présence de nitroprussiate. Il n'y a à craindre aucune confusion avec le cas actuel si, précisément, on veut bien considérer, en outre, l'action de l'ammoniaque. Celle-ci donne, en effet, avec l'acide pyruvique et le nitroprussiate, une coloration bleue assez lente à se former, plus rapidement par addition d'un peu d'acide acétique, assez fixe et pouvant caractériser l'acide cétonique, tandis que dans les mêmes conditions l'aldéhyde vinique en solution aqueuse ou alcoolique ne donne rien de semblable.

» *Il y a même là une différence très curieuse à signaler entre l'ammoniaque et la triméthylamine.*

» III. Non seulement l'ammoniaque ne donne pas de coloration bleue avec l'aldéhyde, en présence de nitroprussiate, mais elle la fait disparaître lorsqu'elle est déjà formée : *c'est même peut-être là la cause de l'instabilité de cette coloration.*

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXV, p. 534,

» La potasse déplace l'amine et la couleur bleue fait place à la couleur rouge due à la réaction de Legal.

» L'acide acétique fait disparaître la coloration après avoir produit dans les solutions concentrées un virage vers le violet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la pipéridine sur les éthers carboniques des phénols; formation d'uréthanes aromatiques.* Note de MM. **Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Poursuivant nos études sur l'action des bases vis-à-vis des éthers carboniques des phénols : carbonate de gaïacol, carbonate de phényle, etc., nous avons constaté que la pipéridine ne donnait pas, comme les amines primaires aromatiques, une urée symétrique. Elle donne constamment une uréthane suivant l'équation

$$C^5H^{11}Az + CO\begin{matrix}\diagup OR \\ \diagdown OR\end{matrix} = CO\begin{matrix}\diagup AzC^5H^{10} \\ \diagdown OR\end{matrix} + R.OH,$$

R étant un radical aromatique. Cette réaction rappelle l'action d'une molécule d'ammoniaque sur le carbonate d'éthyle; mais, tandis qu'un excès d'ammoniaque donne l'urée ordinaire symétrique, un excès de pipéridine ne donne nullement l'urée symétrique de la pipéridine; la réaction est limitée à l'uréthane.

» L'action a lieu instantanément avec une grande élévation de température, pouvant aller jusqu'à l'ébullition de la pipéridine si l'on opère sur des masses suffisantes.

» Cette action vive de la pipéridine, amine secondaire avec AzH dans le noyau, fait contraste avec l'action absolument négative des amines secondaires aromatiques ordinaires, même à haute température. Rappelons que la pyridine, comme les bases tertiaires, ne réagit pas non plus.

» Cette observation nous amènera à des généralisations intéressantes, quand nous aurons terminé l'étude systématique que nous poursuivons sur les divers groupes d'amines.

» Nous décrivons ci-dessous trois uréthanes encore inconnues.

» I. *Uréthane phénylique de la pipéridine.* — En ajoutant $21^{gr},4$ de carbonate de phényle à 17^{gr} de pipéridine, soit une molécule d'éther pour deux molécules de base, le carbonate se dissout rapidement avec une élévation de température atteignant 90°. Par refroidissement, on obtient une

masse de cristaux qu'on essore et qu'on fait cristalliser deux fois dans l'alcool à 95° C.

» Le corps obtenu se présente sous forme de tables volumineuses, probablement cubiques, fondant à 80°, distillant sans décomposition à 300°-301° et qui nous ont donné à l'analyse 6,74 pour 100 d'azote.

» L'uréthane $CO\begin{cases}AzC^5H^{10}\\OC^6H^5\end{cases}$ exige 6,82 pour 100 d'azote.

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène et le nitrobenzène. La potasse concentrée, à l'ébullition, donne le phénol et la pipéridine.

» II. *Uréthane gaïacolique de la pipéridine.* — Une molécule de carbonate de gaïacol, ajoutée à deux molécules de pipéridine, s'y dissout également avec une notable élévation de température.

» Par refroidissement, on obtient un liquide visqueux qui nous a paru d'abord incristallisable. On lave avec de l'eau distillée additionnée de soude. Le liquide visqueux est séché au bain-marie. Au bout de quelques jours, il cristallise. On purifie le corps en le faisant cristalliser dans l'alcool à 60° bouillant, qui donne des prismes magnifiques, d'une grande blancheur, fondant à 44° et distillant sans décomposition vers 330°.

» Il a donné à l'analyse 6,19 pour 100 d'azote.

» La formule $CO\begin{cases}AzC^5H^{10}\\OC^6H^4\text{-}OCH^3\end{cases}$ exige 5,95 pour 100 d'azote.

» Insoluble dans l'eau, il est très soluble dans l'alcool, même aqueux, l'éther, le chloroforme, le benzène et le nitrobenzène. Les actions saponifiantes donnent la pipéridine et le gaïacol.

» III. *Uréthane naphtolique* β *de la pipéridine.* — Deux molécules de pipéridine sont versées sur une molécule de carbonate de naphtol β. Cet éther se dissout rapidement comme les autres avec élévation de température. Après refroidissement, on lave à l'eau alcaline la masse solide, blanche, qui s'est formée; on fait cristalliser deux fois dans l'alcool à 93°.

» On obtient des aiguilles qui fondent à 107°; elles sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le benzène et le nitrobenzène.

» L'analyse a donné 5,57 pour 100 d'azote.

» La formule $CO\begin{cases}AzC^5H^{10}\\OC^{10}H^7\beta\end{cases}$ exige 5,49 pour 100 d'azote.

» La pipéridine réagit de même avec élévation de température sur le carbonate de naphtol α; on obtient un corps visqueux que nous n'avons

pas encore pu faire cristalliser, mais qui doit être solide suivant toutes probabilités.

» IV. L'acide sulfurique concentré réagissant sur les urées symétriques aromatiques donne des acides aromatiques amidosulfoniques. Si l'on expérimente son action, dans les mêmes conditions, sur ces uréthanes de la pipéridine, on n'obtient pas de dérivé sulfoné de cette base, mais son sulfate, en même temps que le phénol donne un dérivé sulfoné. L'uréthane phénylique de la pipéridine donne ainsi de l'acide paraphénolsulfonique.

» La réaction a été opérée en chauffant l'uréthane avec trois fois son poids d'acide sulfurique concentré.

» La réaction devient brusquement très vive avec un dégagement intense d'acide carbonique.

» En étendant d'eau, saturant par le carbonate de baryum et concentrant, on sépare par l'alcool le sulfate de pipéridine du paraphénolsulfonate barytique insoluble.

» L'amyluréthane ordinaire donne ainsi de l'acide amylsulfurique et du sulfate d'ammoniaque avec dégagement de CO^2.

» V. La pipérazine, qui renferme deux AzH dans le noyau, nous a donné des diuréthanes intéressantes par réaction sur les éthers carboniques des phénols. Nous en achevons l'étude en ce moment. Nous complétons également cette action de la pipéridine par l'étude de celle de la conicine ou propylpipéridine. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux Lépidoptères nuisibles à la canne à sucre aux îles Mascareignes*. Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. Blanchard.

« A la Réunion et à Maurice, parmi les nombreux ennemis de la canne à sucre, figurent surtout deux Lépidoptères, *Diatræa striatalis* et *Sesamia nonagrioides*, dont les larves reçoivent le nom de *Borers*. Notre but est de faire l'historique de leur introduction aux Mascareignes et de signaler les nombreuses confusions commises à leur sujet.

» I. *Diatræa striatalis*. — Nous nous occuperons tout d'abord de l'espèce successivement désignée sous les noms de *Proceras sacchariphagus*, par le naturaliste mauricien Bojer (1856), de *Borer saccharellus*, par Guenée (1862), et enfin de *Diatræa striatalis*, par le naturaliste hollandais Snellen (1891).

» Voici comment cette espèce fut introduite aux Mascareignes : En 1848, sir William Gomm, gouverneur de l'île Maurice, fit venir de Ceylan des boutures de cannes afin de remplacer les différentes variétés cultivées dans la colonie, menacées de destruction par une maladie cryptogamique qui, depuis 1841, sévissait à la Réunion et à Maurice. Avant leur arrivée, les autorités apprirent que les cannes de Ceylan étaient attaquées par des chenilles *troueuses* ou borers, constituant un véritable fléau. Un Comité constata l'exactitude de l'assertion au moment du débarquement des cannes et ordonna leur destruction. Il est à supposer cependant que quelques-unes de ces cannes, qui restèrent déposées quelques jours à Port-Louis, auront pu être enlevées et plantées. Il se pourrait aussi que, dans cet amas de boutures, des papillons aient eu le temps d'éclore et qu'ils se soient ensuite répandus dans les champs où ils se seraient reproduits. Deux ans après (1850) le capitaine West signalait, à la Société des Sciences et Arts de Maurice, les dégâts causés, sur sa propriété de la Grande-Baie, par un insecte qui fut reconnu être le borer de Ceylan.

» Ce fut seulement en 1855 que l'on constata la présence du parasite à la Réunion, dans des cannes provenant de l'île Maurice. Immédiatement l'Administration interdit toute importation de boutures prises dans cette île. Ces ordres arrivaient trop tard. On supposa que l'introduction du borer avait été faite avec des envois de cannes de Maurice.

» En 1857, les membres de la Chambre d'Agriculture de la Réunion, ayant été mis en possession de spécimens de borers recueillis sur des plantations, à Sainte-Suzanne et à la Rivière des Pluies, les comparèrent aux dessins qui accompagnaient la description que Bojer avait publiée à Maurice, en 1856. Ils constatèrent qu'ils avaient affaire au même parasite.

» En novembre 1862, l'île de la Réunion reçut un chargement de boutures de cannes embarquées à Chéribon (Java). Ces cannes furent reconnues contenir d'abondants borers; ce qui amena, paraît-il, une recrudescence du fléau.

» Il est curieux de constater combien de confusions ont été commises au sujet de *D. striatalis*. En principe, Guenée a été le premier auteur de ces confusions. Il crut reconnaître, en 1862, dans l'insecte introduit, en 1848, de Ceylan à Maurice, puis de Maurice à la Réunion, l'insecte que Fabricius avait décrit sous le nom de *Pyralis saccharalis*.

» Les spécimens qui servirent à Fabricius pour sa description lui avaient été adressés, à Copenhague, par Rohr qui lui signalait l'insecte comme ravageant les plantations de cannes à sucre dans l'Amérique

méridionale et aux Antilles. La courte description donnée en latin par le savant danois n'étant accompagnée d'aucun dessin, la confusion était facile.

» Guenée fut persuadé qu'il avait affaire à la *Pyralis saccharalis*. Il remplaça ce nom par celui de *Borer saccharellus*. Pour lui, l'insecte qu'il désignait ainsi et qu'il avait reçu de la Réunion n'était autre que le *Proceras sacchariphagus* (Bojer) de Maurice; en cela, il avait raison. Mais il était dans l'erreur quand il considérait son *Borer saccharellus* comme identique à la *Pyralis saccharalis* Fabricius. Il considérait le parasite comme ayant été introduit des Antilles à Ceylan, puis de Ceylan à Maurice, en 1848.

» Cette idée erronée eut cours jusqu'en 1891. Ce ne fut, en effet, qu'à cette époque que Snellen put s'assurer de la confusion commise par Guenée et la réparer.

» II. *Sesamia nonagrioides* var. *albiciliata*. — Le deuxième *borer* est la chenille de la Noctuelle à laquelle Lefèvre a donné, en 1827, le nom de *Sesamia nonagrioides*. Cette chenille vit ordinairement sur les jeunes cannes; mais, on la trouve aussi abondamment sur le maïs et sur un certain nombre de Graminées poussant spontanément dans les champs.

» L'insecte fut d'abord signalé en Europe. Lefèvre le découvrit dans la France méridionale sur le maïs. Il fut trouvé ensuite en Espagne, sur le maïs encore, par Rambur, en 1839.

» Un naturaliste du Muséum de Paris, M. H. Lucas, le captura, en 1850, en Algérie, où M. Eversmann (de Kazan) le signala sur le sorgho, en 1857. C'est encore en Algérie que M. Rivière, directeur du Jardin du Hamma, constatait ses méfaits sur la canne à sucre (1875) et que M. Künckel d'Herculais étudiait les sérieux ravages causés par le parasite dans les champs de maïs (1896).

» Je dois ajouter que la Sésamie que l'on trouve aux îles Mascareignes forme une variété de l'espèce établie par Lefèvre. Cette variété se trouve également à Madagascar, à Célèbes et à Java. Snellen lui a donné le nom de *S. albiciliata*.

» Ce n'est qu'à partir des années 1858, 1859, 1860 et 1861 que l'on a des indices certains de l'existence de *S. nonagrioides* var. *albiciliata*. Je considère cette variété de *S. nonagrioides* comme ayant été introduite de Java aux Mascareignes, puis des Mascareignes à Madagascar. L'importation en aurait été faite, soit avec des boutures de cannes à sucre, soit avec une plante utilisée à Java comme fourrage, le *Panicum javanicum*.

» Les confusions signalées au sujet de la *D. striatalis* se produisirent

également pour la *S. nonagrioides*. Pour les uns, les deux parasites, qui reçurent plus tard ces noms respectifs, ne constituaient que deux formes ou variétés de l'espèce appelée *Borer saccharellus* par Guenée. Pour les autres, il y avait bien là deux insectes distincts que l'on appela, tantôt *Borer saccharellus* et tantôt *Diatræa sacchari*; ce qui revenait, en somme, à donner, à deux insectes nettement différents, deux noms désignant un seul et même insecte.

» En 1879, M. P. Mabille ayant reçu, de la Réunion et de Madagascar, des spécimens d'un Lépidoptère dont la larve attaquait la canne à sucre, reconnut qu'il s'agissait de la *Sesamia Nonagrioides* et publia à ce sujet et cette même année, dans le *Bulletin de la Société entomologique de France*, une Note dont on ne paraît avoir eu connaissance ni à Maurice, ni à la Réunion.

» Il est maintenant permis d'espérer que, grâce à la Note de M. Mabille et à celle que M. le professeur Giard a publiée il y a quelques mois (*Bull. Soc. ent. de France*, 27 janvier 1897), grâce aussi à la Communication que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie des Sciences, les confusions, commises pendant près de quarante années, cesseront d'une façon définitive. »

HISTOLOGIE. — *Sur la valeur nucléaire du* corps central *des Bactériacées*. Note de MM. J. **Kunstler** et P. **Busquet**, présentée par M. A Milne-Edwards.

« Jusqu'en 1886, aucune publication scientifique n'avait assigné une structure quelconque à la substance du corps des Bactériacées, qui était considérée comme formée de protoplasma homogène ou granuleux.

» En 1887, l'un d'entre nous (¹) fit savoir que le corps de ces organismes présentait une structure régulière et fort remarquable : « Le corps du *Spirillum tenue*, » était-il dit dans cette Note, présente un aspect structuré bien différent de la constitution homogène que l'on attribue au protoplasma des Bactériacées. Il y a là un » aspect comparable à ce que chez les Protozoaires on appelle *structure vacuolaire*, » *réticulée, alvéolaire* ou *aréolaire*. On y distingue une succession régulière de fines » parties claires circonscrivant de petits espaces sombres, disposés en une file, ordinairement unique et assez régulière. Ces aréoles contiennent souvent de très fins » granules; elles contiennent toujours du protoplasma plus fluide, que la potasse

(¹) J. Kunstler, *Comptes rendus*, t. CV, n° 16; 17 octobre 1887.

» dissout. Le nombre de ces aréoles est variable. Si l'on s'en rapporte à la structure » de certaines d'entre elles, elles se multiplient par division. (*Comptes rendus*, » p. 685.) »

» En 1889, Kunstler insista beaucoup sur les particularités remarquables de cette structure et les précisa encore ([1]) : « Cette structure vacuolaire (du *Spirillum tenue*), » dit-il, fort belle, est d'une finesse admirable qui n'a de comparable que sa netteté. On » voit le corps littéralement formé d'un protoplasma d'aspect dense, présentant dans son » axe une série de cavités sombres, régulières, arrondies, de mêmes dimensions et dispo» sées en file axiale (*Pl. XIX, fig.* 9). Comparativement au diamètre des vacuoles les » parois sont assez épaisses, quoique l'ensemble soit de la plus grande finesse. Quelque» fois la régularité de cette file axiale est troublée, et l'on voit les vacuoles former des » zigzags plus ou moins accusés, premier passage vers un état où elles forment une » double file, à logettes alternantes, et qui est quelquefois atteint. »

» Si ces descriptions portent spécialement sur le corps du *Spirillum tenue*, il ne faut pas oublier toutefois que, dès 1886, la structure fondamentale et typique des autres espèces avait été clairement et nettement indiquée ([2]) : « Chez d'autres espèces, » ils (les alvéoles) peuvent n'être plus en file unique, mais en deux ou plusieurs rangées » (p. 558). » Ce complexe alvéolaire, enveloppé d'une membrane spéciale, signalée dans un autre paragraphe, constitue bien ce qui a été appelé plus tard *corps central* (*loc. cit.*, 1887, p. 16).

» En 1890, ces résultats furent confirmés et étendus par Bütschli, et, depuis cette époque, un certain nombre d'observateurs ont adopté des manières de voir analogues.

» Le schéma de la constitution du corps des Bactériacées, tel qu'il est établi aujourd'hui dans la Science, est facile à résumer. On y distingue une couche tégumentaire, plus claire, à structure alvéolaire, entourant la substance interne du corps, constituée par un complexe plus ou moins considérable d'alvéoles, et dont l'ensemble, sous l'influence des réactifs colorants, prend une teinte plus foncée que la couche périphérique. C'est cet ensemble plus coloré qu'on désigne sous la dénomination de *corps central*, et que l'on considère souvent aujourd'hui comme un véritable noyau cellulaire, de telle sorte que le corps des Bactériacées serait essentiellement constitué par un noyau présentant toutes les variations de volume, depuis une exiguïté extrême jusqu'à des dimensions relativement fort considérables, et qui serait entouré d'une mince couche de protoplasma. C'est dans le *corps central* que se trouvent les *grains rouges* que nous avons étudiés dans une récente Communication ([3]) et auxquels on attribue une nature nucléinienne. La présence de ces prétendus chromosomes élémen-

---

([1]) Kunstler (J.), *Recherches sur la morphologie des Flagellés* (*Bull. scient. du Nord*, 1889, p. 456).

([2]) Kunstler (J.), *Aperçu de la morphologie des Bactériacées* (*Journ. Micr.*, 1886, p. 558).

([3]) Kunstler (J.) et Busquet (P.), *Comptes rendus*, 6 décembre 1897.

taires constitue une des bases fondamentales de l'hypothèse énoncée plus haut. Disons immédiatement qu'ils peuvent faire complètement défaut.

» Les résultats de notre récente Note sont de nature à jeter le doute sur le bien fondé de cette interprétation, et à faire mieux apprécier leur véritable valeur.

» Pour assimiler le *corps central* à un noyau cellulaire, outre la présence des *grains rouges*, on s'est basé surtout sur le fait que les grosses bactéries, à parenchyme interne volumineux, acquièrent une teinte plus foncée que la zone tégumentaire qui apparaît avec un aspect plus clair. Cette manière d'être a été rapprochée de la propriété chromophile du noyau cellulaire ordinaire, qui, lui aussi, se colore plus vivement que le protoplasma ambiant. Mais, dans cette assimilation, une remarque importante a été négligée, à savoir que le phénomène démonstratif invoqué est un phénomène beaucoup plus général que ne l'ont pensé ces Auteurs. Une foule d'êtres inférieurs, parmi lesquels nous citerons le *Trichomonas intestinalis*, et une foule d'éléments histologiques libres, par exemple les *Spermatozoïdes*, présentent une propriété analogue. Ils se montrent constitués par une couche tégumentaire plus claire, alvéolaire, enveloppant, de toutes parts, un parenchyme interne plus chromophile. Dans ces exemples, l'on ne saurait considérer le *corps central* comme un noyau, car un véritable élément nucléaire se trouve logé au sein de sa substance.

» Mieux encore, certains organismes, proches parents des Bactériacées, de dimensions souvent moindres, et, en apparence, plus simples que beaucoup de formes auxquelles on attribue un *corps central*, par exemple le *Cryptococcus guttulatus*, présentent, en même temps que la constitution fondamentale, et absolument identique, des Bactériacées, un noyau indubitable.

» Cet organisme ([1]) montre une zone tégumentaire claire et alvéolaire entourant un parenchyme interne plus coloré et pourvu de *grains rouges* en abondance, qui présente la constitution typique de la substance interne des Bactériacées. Au sein de ce *corps central* se trouve un noyau indubitable, occupant la région équatoriale et se détachant de la substance environnante par une coloration particulière due à l'action des réactifs, comme cela se produit pour tous les noyaux en général. Une remarque identique peut être faite pour la levure de bière.

» Les propriétés chromophiles du *corps central* ne sont pas identiques à celles qui caractérisent la matière nucléaire. Cette dernière absorbe de

---

([1]) J. Kunstler et Busquet, *Comptes rendus*, 26 décembre 1896.

préférence certains réactifs, tandis que le premier ne montre pas ces qualités électives; à peu près tous les réactifs le colorent de la même façon. Il est, du reste, des bactéries chez lesquelles le *corps central* ne se teinte qu'avec la plus extrême difficulté et ne présente aucune des propriétés qui ont servi à édifier sa conception actuelle.

» Le *corps central* ne semble donc pas exister en tant qu'entité morphologique; il représente simplement la masse sous-tégumentaire du corps, à propriétés chromophiles plus accentuées que celles de la couche tégumentaire, soit des bactéries, d'autres organismes ou de certains éléments. »

BOTANIQUE. — *Sur le tissu criblé extra-libérien et le tissu vasculaire extra-ligneux.* Note de M. **E. Perrot**, présentée par M. Guignard.

« La formation de tubes criblés en dehors de la région libérienne normale a déjà fait l'objet de nombreux Mémoires. Nous apportons à cette étude quelques observations nouvelles, tirées de l'anatomie des Gentianées.

» Le tissu criblé médullaire existe chez toutes les plantes de cette famille et a été signalé depuis longtemps par Vesque ([1]).

» Les espèces aquatiques qui forment le groupe des Ményanthoïdées présentent, dans la tige, à la pointe de leurs faisceaux, un tissu d'aspect parenchymateux, qui ne diffère du liber normal ni par son aspect, ni par la forme de ses cellules; mais il est dépourvu de tubes criblés. Vesque le considérait comme un parenchyme séveux. Nous pensons avec lui que ce parenchyme est le représentant des fascicules criblés médullaires des espèces terrestres de la famille.

» Certaines Gentianées terrestres présentent, en outre, dans la moelle, des faisceaux libéro-ligneux complets et, dans le bois, des fascicules criblés.

» A. Les grosses racines de *Gentiana lutea, purpurea, punctata, asclepiadea*, etc., celles de *Swertia Chyrata, Sw. Hookeri*, etc. ont un système libéro-ligneux normal représenté surtout par du parenchyme. Le bois secondaire contient quelques vaisseaux isolés ou groupés par deux ou trois, et le liber secondaire possède de petits îlots de tubes criblés formés aux dépens d'une ou de plusieurs cellules du parenchyme. De plus, dans

---

([1]) Vesque, *Anatomie comparée de l'écorce* (*Ann. des Sc. nat.*, 6e série, t. II; 1875).

quelques cellules du parenchyme ligneux, il ne tarde pas à apparaître de petits îlots criblés analogues à ceux du liber normal, et qui constituent un nombre assez élevé de *fascicules criblés intra-ligneux*, isolés au milieu de la masse parenchymateuse. C'est au même mode de développement que l'on doit attribuer les formations criblées intra-ligneuses de la racine de Belladone, signalées par M. Beauvisage ([1]) comme issues d'un fonctionnement spécial de l'assise génératrice normale.

» Dans les racines d'*Erythræa Centaurium*, *Chlora perfoliata*, etc., le bois secondaire est, au contraire, entièrement lignifié et, les faisceaux primaires étant confluents au centre, il n'existe pas de moelle. Le liber normal est peu développé. Pendant les premières phases des formations secondaires, la lignification n'a pas atteint tout le tissu, et quelques îlots parenchymateux se sont ainsi trouvés inclus dans le bois. C'est précisément dans ce parenchyme que se développent des tubes criblés et ces racines possèdent des fascicules criblés intra-ligneux d'apparence analogue à ceux des Œnothéracées et des Lythracées.

» La tige des Gentianées possède dans la moelle de petits fascicules criblés, isolés, sans aucun rapport avec le système libéro-ligneux normal, lesquels prennent naissance de très bonne heure par simple cloisonnement de cellules médullaires. Chez toutes ces plantes, le liber normal est très peu développé, et réduit parfois à quelques îlots de rares tubes criblés primaires. Dans l'intervalle compris entre ces îlots criblés primaires, chez les *G. ciliata*, *asclepiadea*, par exemple, le sclérenchyme ligneux s'avance presque au contact du péricycle. Dans ce cas, les fascicules criblés médullaires apportent à la plante les éléments conducteurs qui font défaut ou sont insuffisamment développés dans leur région normale. Dans les Chironiées, le liber est aussi fort réduit, et la présence de tubes criblés, enclavés dans le bois extrêmement fibreux de ces plantes a été signalée par Vesque en 1875. La formation de ces tubes criblés intra-ligneux dans la tige est comparable à ce que nous avons décrit dans la racine. Les cellules ligneuses issues du cambium se lignifient aussitôt; mais parfois, en certains points, et souvent simultanément, on voit quelques cellules ligneuses rester parenchymateuses. Ce phénomène s'arrête après quelques divisions cambiales nouvelles, et la lignification reprend sans interruption. De cet arrêt local et répété en de nombreux endroits de l'assise génératrice résulte l'in-

---

([1]) *Sur les fascicules criblés dans le bois secondaire de la Belladone* (*Journal de Botanique*, 1891).

clusion d'une série de paquets de cellules parenchymateuses au milieu du bois fortement épaissi qui les entoure. On voit bientôt des cloisonnements se faire dans quelques-unes de ces cellules et donner naissance à des tubes criblés; la formation de ceux-ci débute parfois avant que l'îlot parenchymateux soit complètement enclavé.

» Les fascicules criblés périmédullaires ne sont pas les seules formations surnuméraires que l'on puisse rencontrer dans la moelle de la tige des Gentianées. Chez les *G. lutea*, *purpurea*, *pneumonanthe*, etc., il existe, outre ces îlots de tissu criblé épars dans la moelle, de véritables faisceaux *cribro-vasculaires* situés surtout dans la partie centrale. Ces faisceaux sont simplement des fascicules criblés ordinaires, auxquels se sont adjointes, en un point quelconque, une ou plusieurs trachées. Ces fascicules cribro-vasculaires sont primaires et morphologiquement équivalents aux faisceaux libéro-ligneux primaires normaux. Ils se différencient sur place presque en même temps que ces derniers.

» Plus tard, après la floraison, la moelle de ces espèces se résorbe, au moins dans sa partie centrale, et les faisceaux s'atrophient avec elle; il semble donc que ces formations ne sont nécessaires à la plante que jusqu'à son entier développement.

» En résumé, le tissu conducteur des Gentianées est ainsi réparti :

» A. Dans la racine, des *fascicules criblés intra-ligneux*, développés par cloisonnement d'une ou plusieurs cellules du parenchyme ligneux secondaire.

» B. Dans la tige, toujours des *fascicules criblés* médullaires surtout à la périphérie de la moelle, parfois dans toute l'étendue de cette dernière.

» Certaines espèces possèdent des *îlots criblés intra-ligneux* (Chironiées) : d'autres présentent dans la moelle, outre les fascicules criblés, des *faisceaux cribro-vasculaires* dont les vaisseaux ne sont autre chose que des *trachées*.

» C. Dans la feuille, des fascicules criblés périmédullaires venant de la tige et très développés dans le périderme des faisceaux des nervures.

» Ces conclusions, ajoutées aux faits nombreux déjà connus, montrent quelle est l'importance de ces formations conductrices surnuméraires. Leur mode de développement ne présente qu'un intérêt purement histologique. Les observations ultérieures permettront peut-être de déterminer sous quelles influences apparaissent ces tissus dans les familles chez lesquelles ils constituent un caractère constant. M. Hérail a démontré que leur présence était indépendante du mode de vie de la plante. A notre avis,

la composition et la lignification plus ou moins profonde du bois normal, le faible développement du liber normal, le petit nombre de ses tubes criblés, l'absence ou l'insuffisance d'éléments mécaniques pour protéger ces derniers, la faible épaisseur et la perméabilité de l'écorce sont autant de facteurs qui justifient la présence de tissu conducteur surnuméraire.

» Nous pensons donc que le tissu criblé médullaire est une formation acquise, encore en voie d'évolution, qui s'affirme dans certains cas par l'addition de trachées donnant un appareil conducteur complet. Mais ce caractère adaptationnel a déjà pris pour certaines familles une importance si grande qu'il devient un caractère héréditaire, pouvant persister même si de nouvelles conditions d'existence viennent à le rendre inutile. C'est ce que montre le parenchyme séveux des Ményanthoïdées, que nous considérons comme le représentant du tissu criblé médullaire des Gentianées terrestres. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la pourriture des Pommes de terre.* Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« Les cultivateurs désignent sous le nom de *pourriture* l'ensemble des diverses altérations dont se montrent atteints, après la récolte, les tubercules de Pommes de terre. J'ai cherché à classer scientifiquement ces altérations, d'après les résultats de l'action propre des parasites qui les produisent, tout en tenant compte des signes caractéristiques apparents, offerts par les tubercules malades.

» Gangrène sèche, produite : 1° *par le* Pseudocommis Vitis *Debray*. — Tubercules restant fermes et présentant des taches déprimées, sombres, ou des perforations entourées d'une zone brunâtre (Tubercules piqués). Sous l'épiderme taché, dans le parenchyme non ramolli, des macules roussâtres, qui se montrent parfois çà et là dans tout le tissu. Ces tubercules peuvent se conserver tels quels jusqu'au printemps; plantées, leurs tiges seront affectées de la maladie de la Frizolée. A noter que cette altération est souvent associée aux trois suivantes.

» 2° *Par les Microcoques seuls.* — Tubercules assez fermes, plus ou moins tachés, mais présentant sur certains points un épiderme flasque, qui ne résiste pas à la pression des doigts. Sous cet épiderme, îlots blancs, gris ou brunâtres, inodores, laissant voir les grains de fécule brillants et pulvérulents. Quelquefois des cavernes, ou bien dans ces îlots de petites masses

d'un brun noirâtre (sclérotes internes de Rhizoctone), et plus tard un grand développement de Mucédinées. Par l'effet d'une humidité constante, le mucus des Microcoques, continuant à se développer, peut sortir des tubercules partiellement attaqués; c'est ce qui rend dangereux le contact de ces tubercules malades avec les tubercules sains.

» GANGRÈNE HUMIDE, produite : 1° *par les Microcoques associés au* Bacillus subtilis *Cohn*. — Tubercules mous, en partie ou en totalité. Sous l'épiderme intact, liquéfaction du parenchyme, avec dégagement infect d'acide butyrique. Destruction lente et progressive, puis totale des tubercules, suivant l'humidité plus ou moins grande des milieux. Contact à éviter également avec les tubercules sains.

» 2° *Par le* Phytophtora infestans *de Bary*. — Tubercules présentant à l'une de leurs extrémités un ramollissement humide qui gagne le tiers ou la moitié de ces tubercules. Épiderme flétri, se repliant sur le parenchyme inodore, déprimé, pâteux, mais non déliquescent.

» Les filaments mycéliens du *Phytophtora* se montrent d'abord nettement dans les cellules du parenchyme de l'extrémité ramollie des tubercules; peu de temps après, on voit ces filaments entremêlés à d'autres plus ténus et parfois fructifiés, qui se rapportent à ceux que de Bary avait attribués soit à son *Pythium vexans*, soit à l'*Artotrogus hydnosporus* Mont. Puis, bientôt, sur ce tissu ainsi envahi, se montrent les conceptacles d'une Sphériacée noirâtre, et, dans les cellules, apparaît une très petite Bactérie, que j'appellerai *Bacterium lactescens*, parce qu'elle finit par constituer, à la surface du parenchyme ramolli, un liquide laiteux qui simule un mucus de Microcoque. C'est d'abord une très petite cellule sphérique (diam. $0^{\mu},5$) qui, devenant elliptique (long. $0^{\mu},75$), se montre immédiatement scissipare. Elle présente ensuite des chaînettes de quatre cellules et davantage. Je l'ai vue prendre naissance dans l'intérieur des cellules malades, privées de fécule, sous sa forme primordiale, unicellulaire, sphérique; elle passe par des alternatives de repos ou de mouvement dues à l'absence ou à la présence de l'air. Je n'ai pu y distinguer aucun cil, ni observer que de très rares cellules sporogènes, mais parfois des zooglées, se colorant fortement par le vert de méthyle.

» Dans les tubercules attaqués par le *Phytophtora*, comme dans ceux attaqués par les Microcoques, les Acariens et les Anguillules ne tardent pas à paraître. Mais ce qui est intéressant à noter, c'est que le *Phytophtora* y souffre beaucoup lui-même de son association parasitaire, car d'ordinaire il disparaît peu à peu. Si ces constatations, que j'ai faites en 1896 et 1897, se généralisaient, elles expliqueraient que ce n'est pas en pénétrant dans les tubercules que se conserve et se reproduit le *Phytophtora*. Je pense que ce parasite ne se maintient dans nos cultures que par le transport aérien, intermittent et successif, de ses conidies (Zoosporanges), qui, transportées par les vents, trouvent toute l'année, d'abord dans les régions froides, puis dans les régions chaudes de l'Europe et jusqu'en Algérie, des tiges et des feuilles de Pommes de terre à infecter.

» Maintenant si j'essayais, d'après mes observations de 1896 et 1897, d'établir une proportion entre ces quatre différentes natures d'altération, je ne pourrais estimer à moins de 50 pour 100 le nombre des tubercules envahis par les Microcoques, et à 25 pour 100 environ ceux qui hospitalisent le *Pseudocommis*. Je suis très porté à croire, contrairement à l'opinion générale, que le pourcentage le plus faible est celui du nombre des tubercules attaqués par le *Phytophtora*. Quant aux remèdes préventifs à employer pour se mettre, s'il se peut, à l'abri des gangrènes, ils se résument ainsi : alternance des cultures; plantation de tubercules sains; destruction immédiate de tous les tubercules malades, et traitements des tiges feuillées par les composés cupriques. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Composition des pailles d'avoine, de blé et de seigle.* Note de M. **Balland**.

« L'armée française utilise généralement la paille de blé pour sa cavalerie, mais elle accepte aussi les pailles d'avoine et de seigle.

» D'après les dernières statistiques décennales publiées par le Ministère de l'Agriculture, il a été récolté en France, en 1882 :

181754605	quintaux de paille	de blé	pour une superficie de	7191149	hectares;
69574724	»	d'avoine	»	3610592	»
41946250	»	de seigle	»	1743884	»

» Le rendement moyen à l'hectare était alors de $25^{qx},27$ pour la paille de blé; de $19^{qx},27$ pour la paille d'avoine et de $24^{qx},05$ pour la paille de seigle.

» Ces chiffres, rapprochés des résultats obtenus en 1862 et 1852, accusent une hausse continue pour le blé et l'avoine. Il y a diminution pour l'aire de culture du seigle, mais la récolte en paille s'est maintenue dans les mêmes limites, le rendement moyen à l'hectare s'étant progressivement élevé de 16 à 24 quintaux.

» La valeur moyenne du quintal était de $4^{fr},12$ pour la paille de blé; de $3^{fr},28$ pour la paille d'avoine et de $4^{fr},30$ pour le seigle. On retrouve, à peu près, les mêmes rapports dans les cours actuels.

» Les analyses que nous avons entreprises sur des pailles provenant de divers points du territoire prouvent, une fois de plus, que ces denrées ne renferment qu'une très faible quantité de matières assimilables et que la Chimie ne permet pas d'établir de différence entre les pailles de blé, d'avoine ou de seigle.

» Nous avons trouvé :

	Minimum pour 100.	Maximum pour 100.
Eau	9,20	14,50
Matières azotées	1,01	3,22
» grasses	0,92	1,60
» extractives et cellulose saccharifiable	39,43	48,04
Cellulose résistante	32,90	39,15
Cendres	2,86	6,94
Acidité	0,044	0,118

» Les écarts tiennent à plusieurs causes : la principale vient de ce que la paille, comme le grain, n'a pas une composition identique dans toutes ses parties. Isidore Pierre [1] a montré que la matière azotée était inégalement répartie dans les feuilles, dans la tige et dans l'épi ; il en est de même pour les autres éléments.

» En voici la preuve :

Avoine récoltée dans la plaine de Rambouillet (1896).

	Paille entière, 0m,60.	Épis sans grains.	Tiges coupées à 0m,1. Partie supérieure.	Tiges coupées à 0m,1. Partie inférieure.
Eau	11,30	11,30	10,70	11,50
Matières azotées	2,39	3,22	2,14	1,76
» grasses	1,85	1,95	2,15	1,35
» extractives et cellulose saccharifiable	45,99	47,71	45,16	43,23
Cellulose résistante	33,95	31,50	35,47	37,50
Cendres	4,52	4,32	4,10	4,66
	100,00	100,00	100,00	100,00

Blé récolté dans les environs de Castres (1897).

	Paille entière, 1m,20.	Épis sans grains.	Feuilles entières.	Tiges sans nœuds.	Nœuds seuls.
Eau	11,40	11,90	12,10	11,90	15,00
Matières azotées	3,22	4,06	5,06	2,30	2,60
» grasses	1,60	1,40	3,10	1,50	0,20
» extractives et cellulose saccharifiable	39,43	40,59	38,59	38,85	37,45
Cellulose résistante	39,15	33,65	30,15	41,05	39,55
Cendres	5,20	8,40	11,00	4,40	5,20
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(1) *Recherches sur la composition des pailles et balles de froment* (*Comptes rendus*, t. XLI, p. 56; 1855).

Blé récolté dans la plaine des Essarts (1896).

	Paille entière, 1m,25.	Épis sans grains.	Tiges coupées à 0m,1. Partie supérieure.	Tiges coupées à 0m,1. Partie inférieure.
Eau	10,20	10,20	10,00	10,00
Matières azotées	1,69	2,24	2,14	1,59
» grasses	1,45	1,15	2,15	0,95
» extractives et cellulose saccharifiable	47,52	45,13	46,76	50,11
Cellulose résistante	34,00	31,40	32,35	33,35
Cendres	5,14	9,88	6,60	3,90
	100,00	100,00	100,00	100,00

Seigle récolté à Saint-Julien-sur-Reyssouze (1897).

	Paille entière, 1m,30.	Tiges entières sans épis ni feuilles.
Eau	11,30	11,00
Matières azotées	1,38	1,38
» grasses	1,35	0,90
» extractives et cellulose saccharifiable	43,82	40,82
Cellulose résistante	38,30	42,30
Cendres	3,85	3,60
	100,00	100,00

» La valeur alimentaire de la paille récoltée dans les conditions ordinaires, après entière maturité du grain, est donc étroitement liée à la grosseur des épis, au développement des feuilles et à la longueur des tiges ainsi qu'aux nœuds qu'elles portent. Il en résulte que les pailles courtes et feuillues doivent être utilisées de préférence pour la nourriture des chevaux et que les pailles longues doivent être réservées pour leur litière. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de couches à* Planorbis pseudo-ammonius *et à* Bulimus Hopei *dans les environs de Sabarrat et de Mirepoix (Ariège).* Note de M. G. **Vasseur**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La présence de l'Éocène supérieur dans les environs de Sabarrat fut pour la première fois signalée par Noulet, en 1857 (1). En 1859 et dix ans

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, 14 décembre 1857.

plus tard ([1]), l'abbé Pouech a décrit avec beaucoup de détails la puissante formation désignée sous le nom de *poudingue de Palassou*, et a synchronisé les couches à Mollusques de Sabarrat avec l'Éocène supérieur ; c'est l'opinion adoptée en 1882 par la Société géologique de France, à la réunion extraordinaire de Foix ([2]) ; comme conséquence, on attribua *au Bartonien, les grès, mollasses et poudingues compris entre les niveaux lacustres fossilifères de Sabarrat et le Nummulitique*, alors que cette dernière formation était dans son entier rapportée par Hébert au calcaire grossier parisien ([3]).

» Les travaux de l'abbé Pouech ayant démontré, d'autre part, que les poudingues et les grès à *Lophiodon* de Sibra et de Saint-Quintin (environs de Mirepoix) ([4]) sont situés dans le prolongement des assises de Sabarrat, réputées bartoniennes, il était logique d'en inférer que les mollasses et poudingues de Carcassonne, qui semblaient en continuité avec les terrains des environs de Mirepoix, sont aussi bartoniens ; telle fut, jusqu'à ce jour, l'opinion de tous les géologues qui se sont occupés des formations tertiaires du bassin sous-pyrénéen. Nous rappellerons toutefois que, dès 1868, M. Matheron ([5]) avait su assimiler les grès à *Lophiodon* d'Issel au calcaire grossier supérieur, synchronisme accepté depuis par M. Mayer-Eymar ([6]).

» Nous avons montré, de notre côté ([7]), *que les grès d'Issel passent latéralement au calcaire à* Planorbis pseudo-ammonius *Schl.* de l'étang de Saint-Ferréol (près Revel), dépôt situé d'ailleurs sur le même horizon que les calcaires de Castres et du Causse de Labrugnière.

» Les travaux que nous venons d'exécuter, pour le service de la Carte (feuilles de Mirepoix et de Carcassonne), nous ont permis de constater la présence du *Planorbis pseudo-ammonius* Schl. typique, dans l'horizon calcaire inférieur de Sabarrat. Il en résulte *que la formation (mollasses, grès*

([1]) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XVI et XXVII.

([2]) Voir Hébert, *Compte rendu de la course de Varilhes* (*Bull. Soc. géol.*, 3e série, t. X, p. 531 et suiv.).

([3]) *Loc. cit.* (*Aperçu général des environs de Foix*, p. 524). Il est vrai que M. Mayer-Eymar n'a pas hésité à classer le Nummulitique du bassin sous-pyrénéen dans le Suessonien et le Londinien (*Yprésien* anct.) (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. X, Tableau, p. 637).

([4]) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIV, p. 277 et suiv.

([5]) *Ibid.*, 2e série, t. XXV, p. 776; 8 juin 1868.

([6]) *Ibid.*, 3e série, t. X, Tableau, p. 636.

([7]) *Bulletin des services de la Carte géologique de France*, n° 37, t. V, p. 15, et feuille géologique de Castres au $\frac{1}{80000}$.

et poudingues) comprise entre ce niveau et le terrain nummulitique, appartient au Lutétien et non à l'étage bartonien, comme on l'avait supposé jusqu'à présent. Ce calcaire devant être lui-même assimilé au calcaire grossier supérieur, on ne peut voir dans les alternances de grès, de marnes et de poudingues ([1]), immédiatement superposés à cet horizon, un équivalent de l'Éocène supérieur. Nous pensons, au contraire, que ces dépôts pourraient être attribués à l'étage bartonien, s'ils ne correspondent même, en partie, au terme le plus élevé de la série lutétienne.

» Le Ludien débuterait aux environs de Sabarrat, par le calcaire lacustre supérieur qui a fourni en abondance l'*Ischurostoma formosum* Boub. sp., var. *minuta* Woul. Nous avons recueilli avec ce fossile des Limnées et des Planorbes qui paraissent se rapporter aux espèces déjà mentionnées dans la localité (*P. castrensis* Noul. et *P. crassus* M. de Serres); il conviendrait enfin de rattacher au même étage les mollasses et poudingues qui reposent sur cet horizon et supportent en discordance les formations miocènes.

» Conformément aux indications données par l'abbé Pouech, les couches de Sabarrat peuvent être suivies, vers l'est, jusque dans les environs de Mirepoix; mais, tandis que, sur ce trajet, les bancs de poudingues dessinent une succession de crêtes ou écailles remarquablement continues, les marnes et calcaires lacustres sont extrêmement réduits et localisés au milieu des sédiments détritiques.

» C'est à l'horizon fossilifère inférieur de Sabarrat que paraît cependant devoir être rapporté le calcaire d'eau douce exploité près de Varilhes, au four à chaux de Crampagna; mais, au delà de la vallée de l'Ariège, cette assise devient mollassique et, pour retrouver à l'est un affleurement de calcaire lacustre, il est nécessaire d'atteindre les environs mêmes de Mirepoix.

» Nous avons découvert, en effet, au sud de cette ville, et à peu de distance de Labastide-de-Bousignac, un calcaire blanc ou rosé, remarquable par la faune qu'il renferme. Ce dépôt contient des nodules calcaires de formes et de dimensions très variables et au centre desquels se rencontrent les fossiles.

» La présence, à ce niveau, de *Bulimus Hopei* M. de Serres, *Planorbis pseudo-ammonius* Schl. et *Melanopsis dubiosa* Math., espèce des lignites de la Caunette, offre un intérêt exceptionnel puisqu'elle nous permet de placer cet horizon vers la base du Lutétien supérieur. Le calcaire de Labastide reposant sur les formations mollassiques accompagnées de pou-

---

([1]) Les fossiles signalés par Noulet proviennent des bancs calcaires intercalés dans cette formation.

dingues et de grès, où ont été recueillis les restes de *Lophiodon* signalés par l'abbé Pouech ([1]), on en peut conclure que ces assises, situées d'ailleurs dans le prolongement des mollasses et grès inférieurs de Sabarrat, sont bien lutétiennes et non bartoniennes ([2]).

Dans un Travail, fait en collaboration avec M. Bresson, nous montrerons que les grès à *Lophiodon* et le calcaire à *Bulimus Hopei* se poursuivent dans la direction de l'est, *où ils sont surmontés par de nouveaux horizons calcaires* à *Strophostoma lapicida* Leufroy et *Dactylius af. subcylindricus* Math. ([3]), *intercalés dans la formation du poudingue de Palassou. Ces dernières assises doivent être assimilées au calcaire grossier supérieur du bassin de Paris.*

» Enfin le tracé de la limite supérieure de ces dépôts nous a permis de constater *que les mollasses à* Lophiodon *de Carcassonne, également classées jusqu'à ce jour dans le Bartonien, appartiennent, ainsi que les grès à* Lophiodon *d'Issel et de Mirepoix, à l'étage lutétien.*

» Nous avons découvert dans les environs de Mirepoix, au nord du château de Bedou, un horizon de marnes et de calcaires lacustres fossilifères : *Dactylius* (*Bulimus*) *lævolongus* Boub. sp., *Helix* et *Clausilia* nov. sp., Mammifères appartenant à l'Éocène supérieur; mais dans la vallée du Lhers, la formation ludienne vient butter par faille contre les dépôts lutétiens et, pour retrouver la série complète des sédiments compris entre le Nummulitique et l'Oligocène, il faut se transporter au nord et à l'est, dans la région qui s'étend de Cazabrenoux à Magrie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du sous-nitrate de bismuth sur le durcissement du cidre.* Note de MM. **Léon Dufour** et **Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans les pays où le cidre est la boisson ordinaire, il est assez rare, à la campagne, qu'on le mette en bouteilles. Cette boisson est faite dans des fûts de contenances variées auxquels on tire au fur et à mesure des besoins.

» Le cidre se trouve donc constamment en contact avec de l'air sans

---

([1]) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIV, p. 277 et suivantes. Nous possédons également une mâchoire inférieure de *Lophiodon* provenant des grès de Labastide-de-Bousignac.

([2]) Ainsi les couches à *Lophiodon* des environs de Mirepoix, comme les mollasses, les grès et poudingues inférieurs de Sabarrat, sont comprises entre le Nummulitique et un horizon calcaire à *Planorbis pseudo-ammonius*.

([3]) Cette espèce se retrouve dans les calcaires à *Planorbis pseudo-ammonius* du département de l'Hérault.

cesse renouvelé. Aussi est-il exposé à subir de nombreuses altérations parmi lesquelles l'une des plus fréquentes a pour effet d'augmenter considérablement son acidité. On dit alors que le cidre est *dur*.

» Une expérience dont nous parlerons plus loin nous a donné l'idée d'étudier l'influence du *sous-nitrate de bismuth* sur le durcissement du cidre. Parmi les expériences que nous avons faites à cet égard, nous citerons seulement les suivantes :

» *Première expérience.* — Du cidre a été fait en janvier 1896. Deux bouteilles de ce cidre présentaient le 13 juillet une légère différence d'acidité. Dans la première, le cidre dosait $8^{gr},83$ d'acidité par litre (¹), dans la seconde, $8^{gr},34$ seulement. Nous avons transvasé 770^{cc} du premier cidre dans une bouteille qui s'est trouvée remplie aux $\frac{4}{5}$ seulement environ, et nous y avons ajouté 77^{mgr} de sous-nitrate de bismuth, ce qui correspond à la dose de 10^{gr} par hectolitre. Dans une bouteille de même volume, nous avons transvasé un volume égal du second cidre destiné à servir de témoin, et dans lequel on n'a pas ajouté de bismuth. Des dosages successifs de l'acidité de ces deux cidres nous ont fourni les résultats suivants :

	Cidre sans bismuth.		Cidre avec bismuth.	
	Acidité.	Augmentation de l'acidité depuis le début de l'expérience.	Acidité.	Augmentation de l'acidité depuis le début de l'expérience.
13 juillet (début)......	gr 8,34	»	gr 8,83	»
31 août..............	13,50	5,16	12,30	3,47
22 octobre...........	20,87	12,53	18,30	9,47

» Les deux cidres qui étaient au contact de l'air sont donc devenus de plus en plus acides, mais *l'augmentation d'acidité a été plus faible pour le cidre qui contenait le sous-nitrate de bismuth.*

» *Deuxième expérience.* — Deux autres bouteilles, contenant un autre cidre fait également en 1896, ont été l'objet d'une expérience semblable à la précédente. Le cidre sans bismuth a dosé $14^{gr},75$ d'acidité le 24 août, et $18^{gr},83$ le 22 octobre. Celui dans lequel nous avions mis du bismuth n'a dosé, aux mêmes dates, que $12^{gr},70$ et $13^{gr},32$.

» Ici encore l'augmentation d'acidité a été moindre là où il y avait du bismuth.

» Diverses autres expériences, faites sur de petites quantités de cidre, nous ont toujours fourni le même résultat.

» Nous avons voulu ensuite opérer sur des volumes plus considérables.

» *Troisième expérience.* — Dans deux bonbonnes de 20 à 25^{lit} nous avons mis 16^{lit}

(¹) Dans toutes ces recherches, les chiffres donnent l'acidité totale du cidre, exprimée en acide sulfurique.

de cidre. Il y a donc de l'air au-dessus du cidre. De plus les bonbonnes sont bouchées imparfaitement, de façon à empêcher les poussières de l'air de tomber dans le liquide, mais à permettre le libre accès de l'air. Dans l'une des bonbonnes nous avons ajouté 1892^{mgr} de sous-nitrate de bismuth, c'est-à-dire une dose un peu plus forte que celle des expériences précédentes. La détermination de l'acidité, faite à plusieurs reprises, nous a permis de dresser le Tableau suivant :

	Cidre sans bismuth.		Cidre avec bismuth.	
	Acidité.	Augmentation de l'acidité depuis le début de l'expérience.	Acidité.	Augmentation de l'acidité depuis le début de l'expérience.
	gr		gr	
24 août 1896 (début)...	6,65	»	6,65	»
27 septembre.........	10,10	3,45	6,95	0,30
23 octobre...........	11,50	4,85	7,10	0,45

» Les résultats sont les mêmes que ceux des expériences précédentes. *La présence du sous-nitrate de bismuth retarde le durcissement.*

» L'influence de la dose de bismuth est intéressante à étudier; voici les détails de l'une des expériences faites à ce sujet.

» Nous avons opéré avec quatre flacons.

» Le 1er flacon témoin contient 3^{lit} de cidre; on n'y ajoute pas de sous-nitrate.

» Dans le 2e contenant 3^{lit},280 on ajoute 328^{mgr} de sous-nitrate (dose de 10^{gr} par hect.)

»	3^{e}	»	3^{lit},050	»	710^{mgr}	» 20^{gr} »
»	4^{e}	»	2^{lit},950	»	1180^{mgr}	» 40^{gr} »

» Les flacons sont presque pleins, mais les bouchons permettent un accès facile de l'air.

» Les résultats obtenus sont les suivants :

	Cidre sans bismuth.	A 10 gr.	A 20 gr.	A 40 gr.
24 août 1896 (début)...	6,65	6,65	6,65	6,65
21 septembre.........	9,05	7,00	7,20	6,65
19 octobre...........	10,05	8,10	7,45	7,00

» *L'acidité augmente d'autant plus lentement que la dose de bismuth est plus considérable.*

» Les différences sont surtout marquées entre le cidre sans bismuth et le cidre en contenant 10^{gr} par hectolitre. Ce résultat rapproché de tous les précédents permet de conclure que, *dans la pratique, une dose de* 10^{gr} *par hectolitre produit un effet suffisant*. Le fait est important à noter car, à cette faible dose, le sous-nitrate de bismuth ne saurait produire aucun effet sur l'organisme.

» Quand le cidre se trouve en contact avec un volume d'air très limité, comme, par exemple, dans une bouteille bouchée hermétiquement, le dur-

cissement n'a pas lieu. Aussi l'action du sous-nitrate de bismuth est-elle nulle dans ce cas, comme nous nous en sommes assurés.

» Les expériences dont nous venons d'indiquer les résultats sont des expériences de laboratoire. Que se passe-t-il si l'on opère en grand?

» La première expérience faite à cet égard ([1]) a porté sur environ 200^{lit} de cidre. Ce cidre, contenu dans un fût en vidange, devenait progressivement de plus en plus acide. On y a ajouté du sous-nitrate de bismuth à la dose de 10^{gr} par hectolitre.

» On sait que, dans le cidre entièrement fait, *paré* comme l'on dit, il reste toujours un peu de sucre, et que pendant longtemps se continue une fermentation lente. Or l'un de nous a montré ([2]) que le sous-nitrate de bismuth active la fermentation alcoolique. Dans le cas actuel, il s'est produit de nouveau une fermentation très vive. L'acétification a été suspendue, et l'acidité n'a plus augmenté.

» Une seconde expérience a porté sur un volume de 1150^{lit} ([3]). Ce cidre était dur; il y a été ajouté 115^{gr} de sous-nitrate de bismuth. Ici encore une nouvelle fermentation active s'est produite. Il ne nous a pas été possible de faire, avant et après ce phénomène, la détermination de l'acidité. Mais le fait constaté a été que, au goût, l'acidité avait considérablement diminué. Le cidre n'était ni troublé, ni noir; rien ne révélait son acidité ancienne et l'addition de bismuth. Nous nous proposons, dans d'autres expériences en grand, de préciser les modifications que subit le cidre dans des cas semblables.

» Quoi qu'il en soit de ces derniers résultats, nous pouvons conclure que, dans du cidre exposé à l'air, *l'addition de sous-nitrate de bismuth retarde beaucoup les progrès de l'acétification. Il y aurait donc un grand avantage, dès que l'on s'aperçoit que du cidre commence à durcir, à y ajouter ce sel à la dose de 10^{gr} par hectolitre* ([4]). »

([1]) Cette expérience a été faite par M. F. Lemaire, à Louye (Eure).

([2]) Notes publiées par M. Léon Dufour dans le *Bulletin de l'Association française pour l'avancement des Sciences* (1895 et 1896) et dans l'*Apiculteur* (1897).

([3]) Cette expérience a été faite par M. Berthelot, de Moisville (Eure). Nous sommes heureux de remercier M. D. Lemaire, instituteur à Moisville, qui nous a fourni ces renseignements.

([4]) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le dosage de l'acidité urinaire.* Note de M. **H. Joulie**, présentée par M. Chatin.

« Les derniers progrès de la Médecine ayant mis en lumière l'utilité du dosage de l'acidité urinaire, divers auteurs ont indiqué des manières d'opérer dont aucune ne nous a donné entière satisfaction.

» Pour arriver à des résultats constants sur la même urine et comparables pour des urines diverses, nous avons dû adopter une technique nouvelle qui nous paraît appelée à éclairer certaines questions d'hygiène et de médecine encore fort obscures. C'est pourquoi nous avons jugé utile de la soumettre à l'Académie.

» Au lieu de soude ou de potasse caustiques qui exigent l'emploi d'indicateurs colorés ou colorables, dont la sensibilité laisse beaucoup à désirer lorsque l'on opère sur des urines plus ou moins colorées elles-mêmes et d'une acidité généralement très faible, nous employons, pour saturer l'urine, une dissolution de sucrate de chaux déci-normale, c'est-à-dire contenant par litre $2^{gr},80$ de chaux, soit le dixième de l'équivalent de la chaux exprimé en grammes.

» Cette solution présente, sur les alcalis caustiques ordinairement employés, plusieurs avantages précieux :

» 1° Elle ne peut se carbonater, sous l'influence de l'air, sans se troubler. Si donc son titre vient à changer, on en est averti. Il suffit alors de la filtrer et retitrer, pour pouvoir s'en resservir, sans aucune chance d'erreur.

» 2° L'acidité de l'urine étant due, en grande partie au moins, à du phospate acide de soude, le titrage à la solution de sucrate de chaux n'exige l'emploi d'aucun réactif coloré. Lorsque les acides libres et le phosphate acide de soude sont saturés par la chaux, un excès de celle-ci, si faible qu'il soit, détermine la précipitation d'une petite quantité de phosphate tricalcique, insoluble, qui trouble la limpidité de l'urine essayée. On est alors averti du point de saturation, avec une précision qui ne laisse rien à désirer, pourvu que l'urine essayée soit parfaitement limpide, ce qu'il est toujours facile d'obtenir en la filtrant préalablement, si cela est nécessaire.

» La solution de sucrate de chaux se prépare avec :

Chaux caustique en poudre	10^{gr}
Sucre	20^{gr}
Eau distillée pour faire	1^{lit}

» Laisser en contact pendant vingt-quatre heures en agitant fréquemment et filtrer ensuite.

» Si la chaux employée est pure et bien caustique, cette solution doit être trop forte. On en prend le titre au moyen de l'acide sulfurique déci-normal et du tournesol et on l'étend d'eau distillée bouillie en quantité suffisante pour qu'elle sature exactement son volume d'acide déci-normal.

» Cette liqueur correspond, par conséquent, à $4^{mgr},9$ d'acide sulfurique monohydraté, par centimètre cube.

» Son titre peut être facilement vérifié par précipitation de la chaux à l'état d'oxalate et pesée du précipité calciné à l'état de carbonate de chaux ou de chaux caustique.

» Pour faire l'essai de l'urine, on en prend 20^{cc}, que l'on met dans un verre à saturation, et l'on titre avec la liqueur de sucrate, au moyen d'une burette de Mohr, jusqu'à ce qu'une dernière goutte détermine un trouble persistant, après agitation. Ce trouble se saisit facilement si l'on opère sur une feuille de papier noir.

» La quantité de sucrate employée doit être d'au moins 5^{cc}, afin que l'erreur, qui ne peut être que d'une goutte, ne dépasse pas le centième de la quantité dosée. S'il en était autrement, on ajouterait dans le verre 20^{cc} d'urine et l'on continuerait l'essai.

» Si nous appelons S la quantité de sucrate employée, V le volume d'urine sur lequel on a opéré et A l'acidité du litre d'urine, exprimée en acide sulfurique monohydraté (SO^3, HO), on aura : $A = \frac{S \times 4^{gr},9}{V}$.

» Mais la proportion d'eau des urines est éminemment variable, tandis que la masse des déchets organiques qui s'éliminent par cette voie, dans un temps donné, est à peu près constante, pour le même individu. Il en résulte que ce n'est pas l'acidité du litre d'urine qu'il importe de connaître, mais bien la proportion d'acide contenue dans la matière sèche de l'urine, et, comme cette matière sèche est elle-même proportionnelle à l'excès de densité de l'urine sur la densité de l'eau, il suffira de multiplier l'acidité trouvée au litre par la fraction $\frac{100}{D - 1000}$, dans laquelle D est la densité de l'urine, prise au moyen d'un densimètre très sensible, à la température même où se trouve l'urine au moment de la prise d'essai pour le titrage acidimétrique.

» On obtient ainsi l'acidité pour 100 de l'excès de densité de l'urine, et ce rapport est caractéristique du tempérament de l'individu, s'il est en bonne santé, ou de son état pathologique, s'il est malade ; à la condition, bien entendu, que l'urine sur laquelle on a opéré ait été convenablement choisie.

» La technique nouvelle qui vient d'être résumée permettra de multiplier les essais autant qu'il le faudra pour établir le rapport normal des sujets bien portants aux divers âges, de suivre les modifications que les maladies et les médications peuvent faire subir à ces rapports normaux et, souvent, d'en éviter les conséquences fâcheuses. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation cellulosique*. Note de M. V. OMELIANSKI [1], présentée par M. Duclaux.

« Dans ma Note du 6 décembre dernier, j'ai décrit les principaux caractères d'un des ferments de la cellulose pure. Je me permettrai de relater aujourd'hui les données principales d'une expérience de fermentation dans laquelle je me suis astreint à doser tous les produits de décomposition d'une quantité donnée de cellulose.

» L'expérience est faite dans un ballon de 300^{cc}, rempli de la solution minérale et bouché par un bouchon de caoutchouc portant un tube de dégagement allant jusqu'au fond du ballon; on le renverse, après ensemencement, dans une cuve à mercure, et on le tient à l'étuve à 35°. Le poids du papier employé est 3^{gr},7099, son humidité est 6,5 pour 100. Il y a donc 3^{gr},4743 de papier sec. On ajoute 5^{gr},7698 de carbonate de chaux pur faiblement calciné.

» L'expérience commence le 7 octobre 1895, elle dure jusqu'au 28 novembre 1896, soit 13 mois. Pendant ce temps, on recueille sans perte et l'on soumet à l'analyse tous les gaz de fermentation par portions de 15^{cc} à 40^{cc}. L'acide carbonique, qui, à la première prise, ne représentait que 15 pour 100 environ du volume total des gaz dégagés, y augmente graduellement pendant quelque temps, et en forme les $\frac{98}{100}$; puis sa proportion diminue et tombe à $\frac{4}{5}$.

» Finalement, on arrive aux nombres suivants :

Quantité totale des gaz recueillis	810^{cc}	
Hydrogène	154,3;	soit 0^{gr},0138
Acide carbonique	659,2	» 1^{gr},3034

» On détermine l'acide carbonique dissous dans le liquide par une expérience spéciale : on sature un volume égal du même liquide, exactement dans les conditions de l'expérience, avec de l'acide carbonique qu'on dose par la méthode connue.

» La quantité d'acide carbonique provenant du carbonate est calculée d'après la quantité de chaux dissoute dans une partie du liquide de fermentation préalablement bouillie et filtrée. On a trouvé :

Acide carbonique dissous dans le liquide	0^{gr},3688
Quantité totale de chaux	0,891

» On a donc :

Poids total de l'acide carbonique dégagé	1,6722
A soustraire : l'acide carbonique provenant du carbonate..	0,700

[1] Travail du laboratoire de M. Winogradsky, à l'Institut de Médecine expérimentale, à Saint-Pétersbourg.

» Donc :

Acide carbonique provenant de la cellulose.................. 0,9722

» On détermine les acides volatils par la méthode Duclaux. Le rapport de l'acide acétique à l'acide butyrique

$$a\,(\text{ac.}) = b\,(\text{but.})$$

est ici 1,7 : 1. Très peu d'acide valérianique (indosable). Le poids de ces acides, calculé d'après ces nombres et l'acidité générale, est donc 2gr,2402.

» Le dépôt de la culture fermentée, composé de flocons de cellulose et de spores du bacille, lavé à l'acide chlorhydrique très étendu et séché, pèse 0gr,1272 (3,66 pour 100 de la cellulose ajoutée). On a donc le compte suivant :

Cellulose.	gr	Produits de la fermentation.	gr
Cellulose ajoutée.............	3,4743	Acides gras..................	2,2402
» restant (?)...........	0,1272	Acide carbonique..............	0,9722
Cellulose disparue...........	3,3471	Hydrogène.....................	0,0138
		Poids total..................	3,2262

» En considérant qu'une partie des produits de la fermentation (acide valérianique, alcool supérieur, produits odorants, hydrogène dissous) n'a pas été dosée, la différence de 0gr,1209, soit à peu près 3 pour 100 non retrouvés, est acceptable.

» On voit donc que la fermentation cellulosique produite par notre ferment est caractérisée par une production relativement considérable d'acides gras : jusqu'à 70 pour 100 de la cellulose employée se retrouvent sous cette forme, tandis qu'à peu près 30 pour 100 sont dégagés sous forme de gaz.

» Pour terminer, nous croyons devoir ajouter quelques explications sur le fait quelque peu inattendu de l'absence du gaz des marais parmi les gaz de fermentation. D'après les observations de MM. Popoff, Hoppe-Seyler et d'autres, on pensait généralement que la fermentation de la cellulose est surtout caractérisée par le dégagement de ce gaz. On sait que l'on constate sa présence partout dans la nature où il y a fermentation de restes végétaux à l'abri de l'air. Le phénomène brut nous a été facile à reproduire : les gaz, recueillis dans des cuves profondes pleines d'eau et contenant de la vase, mêlée à des débris végétaux, se sont montrés à l'analyse constamment très riches en CH^4 ; ils en contenaient souvent jusqu'à 60-80 pour 100, en même temps que de l'hydrogène. En ensemençant nos ballons avec une trace de boue de ces cuves, nous avons constaté le plus souvent un dégagement abondant de formène. Mais faisait-on un second réensemencement dans nos

conditions usitées de culture, ce gaz disparaissait complètement, souvent d'un coup, et il ne restait que de l'hydrogène avec de l'acide carbonique.

» Nous avons réussi cependant à maintenir la fermentation forménique dans plusieurs de nos expériences, et la conclusion que nous croyons pouvoir énoncer dès à présent, c'est que cette fermentation est due à un bacille spécial, différent de celui qui a fait notre principal objet d'étude. Il est aisé de distinguer ces deux ferments d'après leur morphologie. Quoique nous possédions déjà de bonnes cultures du bacille que nous croyons être l'agent de la fermentation forménique, nous n'avons pas encore réussi à l'isoler à l'état de pureté complète.

» Nous nous proposons de poursuivre nos recherches sur les ferments de la cellulose. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Atrophie musculaire expérimentale par intoxication pyocyanique.* Note de MM. **Charrin** et **H. Claude**, présentée par M. Bouchard.

« En 1887, en faveur de la théorie qui veut que les microbes agissent avant tout par leurs toxines, on pouvait invoquer les recherches du professeur Bouchard reproduisant en 1884 les principaux symptômes et quelques accidents anatomiques du choléra par l'injection des urines de cholériques; on pouvait aussi s'appuyer sur l'expérience de Pasteur qui, en 1880, en introduisant sous la peau la culture stérilisée du germe du choléra des poules, avait déterminé la somnolence de ces volatiles, phénomène que sa banalité rend à la vérité peu démonstratif.

» A cette époque l'un de nous, à l'aide des sécrétions du bacille pyocyanique, a fait naître des désordres semblables à ceux qu'engendre l'inoculation du bacille : depuis lors de nombreux faits ont confirmé cette thèse.

» Néanmoins on n'avait pas encore étendu de façon complète cette démonstration à certaines affections, plus particulièrement à certaines myélites à type subaigu [1]. Dans ces conditions il nous a paru utile d'é-

---

[1] Le plus souvent les travaux de Pathogénie relatifs à ces questions concernent des expériences réalisées en inoculant directement des bactéries, ou bien des processus d'origine toxinique à évolution rapide. (Cf. Kager, *Annales de l'Institut Pasteur,* 1892, et *Revue de Médecine,* 1895; Gilbet et Léon, Thoinat et Masselin, Widal et Bezançon, etc.; Enriquez et Hallion, H. Claude, Marinesco, Ballet et Dutil, etc.).

clairer, à ce point de vue, la genèse de ces myélites subaiguës, surtout en raison des difficultés qui s'opposent à la réalisation expérimentale de tels processus.

» Un lapin reçut, durant les mois d'avril et mai, 28^{cc} de toxine pyocyanique provenant d'une culture filtrée. On cessa les inoculations à la fin de mai. L'animal présentait alors une paralysie incomplète et une atrophie musculaire qui augmenta encore pendant les mois de juin et juillet. Le 20 juillet, l'animal fut sacrifié, l'atrophie était alors inégalement distribuée et atteignait surtout les muscles des membres postérieurs, de la région lombaire et de la ceinture scapulaire.

» La paralysie était assez accentuée pour que l'animal fût incapable de se mouvoir; posé sur ses pattes, il tombait sur le côté et restait étendu, les membres postérieurs allongés. La sensibilité était diminuée notablement sur les membres postérieurs.

» L'autopsie montra qu'un certain nombre de muscles étaient atrophiés, pâles, réduits à quelques filets musculaires, lésions contrastant avec l'intégrité de certains autres muscles. Au niveau du renflement lombaire, la moelle était aplatie, ramollie, les méninges étaient épaissies, légèrement adhérentes. Le reste du système nerveux semblait normal. L'examen histologique prouva l'existence d'un foyer de myélite cavitaire au niveau de la région lombaire supérieure (ramollissement et hémorragie), le foyer occupait une partie des cornes antérieures, avait détruit la partie centrale de l'axe gris et envahissait le tiers postérieur du cordon latéral à droite pour atteindre la pie-mère qui était enflammée et adhérente. Dans le reste de la moelle, les lésions étaient plus ou moins prononcées; en effet, sur certains points, il existait de petits foyers de ramollissement dans les cornes antérieures.

» Sur d'autres coupes, les cellules d'une des cornes antérieures ont disparu complètement ou sont en voie d'atrophie manifeste; enfin, parfois un des groupes de cellules ganglionnaires a seul subi la dégénération atrophique. D'autre part, dans certaines régions de la moelle, les altérations cellulaires irrégulièrement disséminées ne sont appréciables que par l'emploi de la méthode de Nissl.

» Les lésions musculaires sont très accusées (dégénérescence granuleuse, vitreuse ou atrophie simple, prolifération nucléaire, fibrose développée). Certaines racines antérieures et postérieures ainsi que les fibrilles nerveuses intra-musculaires présentent des degrés divers de dégénérescences. Les gros troncs nerveux sont indemnes. Les artères, comme les artérioles médullaires, offrent des altérations assez marquées (endo et périartérite, thrombose).

» Il s'agit donc d'une atrophie musculaire et d'une paralysie en rapport avec une lésion à évolution lente de l'axe gris de la moelle. Cette paliomyélite à prédominance antérieure a été caractérisée par des dégénérescences cellulaires primitives (désintégration protoplasmique, nécrose et atrophie), par de petits foyers de myélite avec ramollissement et hémorragie très limités, enfin par un grand foyer de ramollissement central étendu jusqu'à la pie-mère.

» Cette observation tire son intérêt de la notion pathogénique nouvelle dans l'espèce (intoxination). Elle montre, en effet, que le poison pyocya-

nique qui donne le plus souvent une paralysie spéciale à type spasmodique, décrite depuis longtemps par l'un de nous, et sans lésion anatomique connue, peut déterminer parfois un tout autre complexus morbide en frappant le système nerveux. De plus, de l'analyse des altérations médullaires décrites plus haut, il résulte que les poisons élaborés par un microbe peuvent détruire les éléments nerveux soit par un processus indirect de thrombo-artérite suivie de ramollissement, soit par action directe sur l'élément noble, la cellule, dont nous avons constaté les diverses lésions depuis la simple désintégration des éléments chromatiques jusqu'à la nécrose complète. Enfin les altérations variées de la moelle et des muscles présentent les plus grandes analogies avec celles qui ont été décrites dans les paliomyélites aiguës ou subaiguës chez l'homme. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la sclérose tuberculeuse du pancréas.* Note de M. **Paul Carnot**, présentée par M. Bouchard.

« Les lésions tuberculeuses spécifiques du pancréas (granulations, tubercules caséeux, etc.), paraissent être extrêmement rares chez l'homme. D'autre part, il nous a été impossible (sauf un cas) de les reproduire expérimentalement. Nous avons, par contre, déterminé des scléroses, de tout point analogues à celles que nous avons pu constater sur des hommes tuberculeux, et qui paraissent être la réaction habituelle de la glande contre le bacille de Koch ou ses produits.

» *Expérimentalement,* nous avons opéré, chez le chien, de différentes manières : nous avons utilisé, d'une part, le bacille de Koch; d'autre part, ses produits connus.

» Avec le bacille nous avons alternativement employé la voie canaliculaire et la voie sanguine ou lymphatique.

» α. Dans le premier cas, nous poussions dans le canal de Wirsung une injection de culture tuberculeuse humaine bien dissociée et diluée. La plupart des chiens que nous avons opérés jusqu'ici nous ont présenté des scléroses parfois étendues, mais point de diabète. Un seul animal encore en expérience nous présente, depuis dix jours, de la glycosurie.

» β. Nous avons obtenu de meilleurs résultats par la voie lymphatique. Le procédé consiste à piquer, avec une aiguille de seringue, différents points du parenchyme glandulaire. On peut ainsi répartir également l'injection sur tous les points du pancréas.

» Nous avons opéré six chiens par ce procédé : nous avons toujours obtenu des scléroses à marche rapide.

» Au point de vue du diabète nous avons obtenu des résultats variables : presque

toujours nous avons observé, pendant deux ou trois jours après l'opération, une glycosurie très minime et fugace. Ce résultat s'observe, du reste, souvent, quelle que soit l'injection effectuée. Mais parfois une glycosurie sérieuse apparaît après quelques jours, après une semaine ou même davantage, atteignant en général les chiffres de 20 à 70^{gr} par litre, parfois beaucoup plus faible. Elle est, assez souvent, sujette à de grosses oscillations. Parfois même la glycosurie est intermittente. L'animal maigrit, boit et mange beaucoup; des troubles trophiques se développent facilement. Le diabète évolue lentement, beaucoup moins brutal qu'après extirpation du pancréas, se rapprochant, par là, du diabète humain. Il dure plusieurs mois, à moins de complications tuberculeuses (péritonite, etc.), et pourrait certainement durer plus encore. La glycosurie diminue vers la fin de la maladie.

» Nous prendrons pour type un chien opéré le 14 juillet, présentant le 23 septembre 18^{gr},5 de sucre par litre d'urine, le 25 septembre 69^{gr}, le 28 septembre 20^{gr},7, le 29 septembre 39^{gr},7, avec une quantité quotidienne d'urine sensiblement égale à 1^{lit},50. Ces grosses oscillations sont presque la règle. Peut-être pourrait-on l'expliquer par l'épuisement périodique de la faible portion de glandes saines. Peut-être aussi par des tentatives de régénération de l'organe.

» La glycosurie manque parfois : on trouve alors, à l'autopsie, un segment glandulaire épargné ou régénéré. Cette régénération s'est parfois montrée très nette en des points où la glande n'existe pas normalement, et n'existait pas notamment lors de l'opération.

» *Histologiquement*, nous n'avons jamais trouvé ni granulations tuberculeuses, ni bacilles. Ils disparaissent très rapidement. Après un jour déjà, on peut à peine en colorer quelques-uns, rares, déformés, prenant mal la coloration; le mécanisme de leur destruction nécessite de nouvelles recherches. La destruction par les sucs glandulaires y joue certainement un rôle. La sclérose débute très vite : les vaisseaux épaississent leur gangue conjonctive; la sclérose penche et dissocie rapidement les lobules, entoure des groupements d'acini de volume variable. Souvent les cellules glandulaires voisines des bandes de sclérose sont en dégénérescence graisseuse. La sclérose prend alors la place des acini ainsi démantibulés. On n'aperçoit plus au bout d'un certain temps que de grosses bandes scléreuses, avec, par places, des canaux à tendance kystique, des groupements cellulaires en dégénérescence graisseuse, parfois aussi s'essayant à une dernière prolifération, et multipliant leur noyau sans séparer leur protoplasma. On atteint ainsi une étape où rien ne reste plus de la structure glandulaire.

» Nous avons expérimenté plusieurs fois, non plus avec les cultures vivantes, mais avec la tuberculine ancienne de Koch. Nous n'avons encore le résultat d'autopsie que d'un chien à qui nous avons injecté le 19 octobre 1^{cc} de tuberculine dilué dans 15^{cc} d'eau, en différents points de la glande. Nous avons sacrifié ce chien, qui, du reste, n'était pas glycosurique, le 8 décembre, cinquante jours après l'opération. Nous avons trouvé une sclérose complète des deux lobes de la glande, qui ne présentaient plus qu'une longueur de quelques centimètres; ces languettes étaient irrégulières, bosselées, très durcies, présentant du tissu scléreux sans traces d'éléments glandulaires. Derrière le duodénum, bourgeonnements des lobules plus gros qu'à l'état normal, gorgés de sucs, en régénération certaine, avec plusieurs cellules à doubles noyaux : la plupart des cellules ayant une taille gigantesque.

» Les essais d'intoxication prolongée par la tuberculine en injection sous-cutanée ne nous ont encore donné aucun résultat positif.

» Le bacille tuberculeux disparaît donc très rapidement du pancréas, et c'est par ses produits d'élaboration qu'il détermine une sclérose rapide de la glande.

» *Chez l'homme,* nous avons souvent observé, chez les tuberculeux, une cirrhose pancréatique, généralement modérée, parfois beaucoup plus complète, comme dans un cas que nous devons à l'obligeance de M. Jolly. Il s'agissait d'une tuberculeuse dont tout le pancréas était constitué par un axe scléreux avec une légère coque glandulaire périphérique qui suffisait pourtant à éviter le diabète. Les lésions histologiques étaient de même ordre que chez nos animaux.

» Ces lésions ne sont pas rares chez les tuberculeux : les anciens auteurs décrivent des pancréas indurés, parfois de véritables squirrhes, au sens donné jadis à ce mot. Cette sclérose n'est généralement pas totale, mais rien n'empêche qu'elle le devienne. On a alors affaire à des tuberculeux qui deviennent diabétiques. Ces cas existent, quoique moins fréquents, que ceux inverses où le diabète a précédé l'éclosion de la tuberculose. Nous en observons actuellement un cas.

» D'après nos expériences et nos faits cliniques, il nous semble qu'il y a place pour un *diabète pancréatique d'origine tuberculeuse.* »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 décembre 1897.

Formulaire physico-chimique, par Donato Tommasi, Docteur ès Sciences. Paris, J. Fritsch, 1898; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Moissan.)

Minéralogie de la France et de ses Colonies. Tome deuxième (2e Partie), par Lacroix. Paris, Baudry et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel-Lévy.)

Association française de Chirurgie. Onzième Congrès de Chirurgie. Paris, 1897. Président : M. le Professeur Gross (de Nancy). Paris, Félix Alcan, 1897; 1 vol. in-8°.

Description des Machines et procédés pour lesquels des Brevets d'invention

ont été pris, sous le régime de la Loi du 5 juillet 1884, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome quatre-vingt-neuvième (1re et 2e Partie). (Nouvelle série.) Paris, Imprimerie nationale, 1897; 2 vol. in-4°.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, fondée sous la direction scientifique de P. Schutzenberger. 10 décembre 1897. Paris, 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Décembre 1897. Paris, Imp. Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 14 décembre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Missouri Botanical Garden. Eighth annual report. St-Louis, Mo., 1897; 1 vol. in-8°.

Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Second series, Volume XI. Part I. Philadelphia, 1897; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 décembre 1897.)

Note de M. *A. Béhal*, Sur une série de nouvelles cétones cycliques :

Page 1038, ligne 1, *au lieu de* plus soluble dans le benzène froid, *lisez* peu soluble.

(Séance du 20 décembre 1897.)

Note M. *A. Leduc*, Sur les transformations isothermes, etc. :

Page 1089, ligne 18, *au lieu de* $R = 83,075 . 10^6$ C.G.S., *lisez* $R = 8319 . 10^4$ C.G.S.
Page 1091, dans les trois dernières lignes du Tableau, colonne γ, *remplacez* les nombres : 1,3274 *par* 1,3255; 1,320 *par* 1,318; 1,2902 *par* 1,2884.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur M. F. Brioschi; par M. **Hermite**.

« La carrière de notre illustre Correspondant, dont la perte cause des regrets si profonds, si unanimes, a été l'une des plus remplies et des plus honorées dans la Science de notre époque. Pendant plus de quarante années, ses travaux se sont succédé sans interruption, embrassant les diverses branches de l'Analyse, la Géométrie supérieure, l'Algèbre, la théorie des équations différentielles, des fonctions elliptiques et abéliennes, la Mécanique, la Physique mathématique, et laissant partout la trace ineffaçable de son beau talent. A son début, lorsque les études mathématiques, peu cultivées en Italie, n'avaient d'organe que le journal de l'abbé Tortolini à Rome, Brioschi publie dans ce recueil des Mémoires

qui révèlent un géomètre de premier ordre. Ils ont pour objet le problème des trois corps, la variation des constantes arbitraires dans les problèmes de Mécanique, un important travail de Dirichlet sur l'Hydrodynamique, la question des intégrales communes à plusieurs problèmes de Mécanique, sur laquelle notre Confrère, M. Bertrand, avait appelé l'attention dans un de ses plus beaux Mémoires. Ces premières publications lui ont obtenu le privilège, le rare honneur de donner une puissante impulsion à la Science mathématique de son pays. Sous son influence, l'Analyse prend sa part dans le mouvement des esprits, un nouveau recueil remplace le journal de Rome : les *Annali di Matematica* secondent avec le plus grand succès cette activité et, sous la direction de notre Confrère, se placent au niveau des plus importantes publications périodiques de la France, de l'Allemagne et de l'Angleterre.

» La vie scientifique de Brioschi devient dès lors un exemple pour ses disciples, et l'estime universelle qui s'attache à son nom est un encouragement pour ceux qui suivent ses traces; il mérite que l'Italie lui attribue avec reconnaissance l'illustration qu'elle doit maintenant à ses géomètres.

» Je rappelle succinctement, parmi tant de travaux qui honoreront sa mémoire : en Géométrie supérieure, ceux qui concernent la théorie des lignes de courbures, les propriétés des surfaces dont les lignes de courbures sont planes ou sphériques, l'intégration de l'équation des lignes géodésiques, les tangentes doubles des lignes du quatrième ordre qui ont un point double; puis, dans le Calcul intégral, un travail sur les équations aux dérivées partielles du second ordre, un autre sur la distinction des maxima et des minima dans le calcul des variations, un Mémoire sur une propriété des équations aux dérivées partielles du premier ordre, qui a été traduit par Boole et inséré dans le *Traité des équations différentielles* du célèbre géomètre anglais. L'Algèbre a aussi une part considérable dans l'activité scientifique de notre Confrère; je citerai les travaux sur les déterminants gauches, l'élimination, la généralisation des propriétés de ces déterminants particuliers sur lesquels se fonde la transformation des fonctions abéliennes de premier ordre, l'interpolation, les fonctions de Sturm.

» Brioschi a été le collaborateur de Sylvester et de Cayley dans la longue élaboration de la théorie des formes à deux ou un nombre quelconque d'indéterminées qui a été l'une des œuvres mathématiques principales de notre temps. Il serait trop long d'énumérer tous ses écrits sur cette partie importante de l'Analyse, où l'on est frappé par une puissance singulière de calcul

et qui se distinguent également par la clarté et l'élégance des méthodes. Mais je ne puis omettre de rappeler cette partie si importante des recherches de notre Confrère, où l'Algèbre se joint à la Théorie des fonctions elliptiques et abéliennes, et qui conduisent à la résolution des équations du cinquième et du sixième degré. Son talent s'y montre avec éclat, il jette une complète lumière sur les propriétés cachées de l'équation de Jacobi qui détermine le multiplicateur au moyen du module dans la transformation du cinquième ordre; il donne le secret de la résolution de l'équation du cinquième degré qu'en a tirée Kronecker, et que l'illustre géomètre avait communiquée à notre Académie, sans démontrer son beau résultat.

» Pour l'équation du sixième degré, la voie suivie est tout autre. On sort du domaine des fonctions elliptiques et il est fait appel aux transcendantes plus élevées qui naissent de l'inversion des intégrales hyperelliptiques de première classe. On emploie les fonctions de deux variables analogues à la transcendante Θ de Jacobi, et parmi elles les dix expressions qui, étant des fonctions paires, ne s'évanouissent pas pour des valeurs nulles des arguments. Ce sont les quantités au moyen desquelles sont représentées les racines et qui donnent la résolution de l'équation du sixième degré, grande et belle découverte qui a été le couronnement de la carrière mathématique de Brioschi.

» Le premier géomètre de l'Italie a été Sous-Secrétaire d'État et Sénateur du royaume. Il a pris, au Sénat, une grande part dans le travail des Commissions du budget; il a été l'organisateur des chemins de fer de la péninsule; il a été délégué, par le Gouvernement italien, à la Commission internationale du Mètre, à Paris. Notre illustre Confrère appartenait à la plupart des Académies et Sociétés savantes de l'Europe et de l'Amérique, il était Président de l'Académie royale des Lincei, les plus hautes distinctions, les honneurs dont il a été comblé, les grandes situations qu'il a occupées l'ont toujours laissé simple et modeste.

» J'ai été associé aux travaux de Brioschi; nous avons souvent mis en commun nos efforts; j'ai suivi sa carrière qui a été si belle, remplie par l'étude et de grands services rendus à son pays. Nul ne ressent plus que moi la perte du grand géomètre et de l'homme d'honneur, le souvenir de son amitié, d'une étroite liaison remontant à notre jeunesse me restera à jamais comme l'un des meilleurs et des plus chers de toute ma vie. »

ASTRONOMIE. — *Méthode spéciale pour la détermination absolue des déclinaisons et de la latitude;* par M. **Lœwy.**

« Dans une précédente Communication ([1]), nous avons développé les équations permettant de déduire, à l'aide des erreurs probables δP et $\delta\Delta$ des observations, les inexactitudes $\delta\lambda$ et δn des éléments λ et n qui conduisent à la connaissance des coordonnées équatoriales absolues. Les grandeurs, de $\delta\lambda$ et de δn, dépendront des conditions géométriques dans lesquelles les expériences ont été exécutées. La précision du mode d'opération adopté sera donc inversement proportionnelle à $\delta\lambda$ et δn. En différentiant par rapport à P et Δ, λ et n, on trouve au moyen de la méthode des moindres carrés, en négligeant la différence $(p_2 - p_1)$ qui peut être assimilée à un petit terme d'ordre supérieur :

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} \delta\lambda &= \varepsilon\sqrt{\frac{1+\cos(\tau_3+\tau_1+i)\cos(\tau_3-\tau_1)}{2\sin^2\frac{i}{2}\sin(\tau_3-\tau_1)}} \\ &= \varepsilon\sqrt{\frac{1}{2\sin^2\frac{i}{2}} + \frac{\cos\left(\tau_3+\frac{i}{2}\right)\cos\left(\tau_1+\frac{i}{2}\right)}{\sin^2\frac{i}{2}\tan g(\tau_3-\tau_1)\sin(\tau_3-\tau_1)}}, \end{aligned}\right.$$

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \delta n &= \varepsilon\sqrt{\frac{1-\cos(\tau_3+\tau_1+i)\cos(\tau_3-\tau_1)}{2\sin^2\frac{i}{2}\sin(\tau_3-\tau_1)}} \\ &= \varepsilon\sqrt{\frac{1}{2\sin^2\frac{i}{2}} + \frac{\sin\left(\tau_3+\frac{i}{2}\right)\sin\left(\tau_1+\frac{i}{2}\right)}{\sin^2\frac{i}{2}\tan g(\tau_3-\tau_1)\sin(\tau_3-\tau_1)}}. \end{aligned}\right.$$

» De l'analyse de ces deux formules on peut déduire toutes les méthodes capables de fournir, à l'aide des instruments méridiens, la détermination absolue des coordonnées équatoriales et de la latitude. Ces formules expriment les conditions géométriques dans lesquelles les observations ont été effectuées et constituent le critérium du degré d'exactitude que comporte toute solution des problèmes donnés.

» En posant, dans l'expression (10), $\tau_1 + \frac{i}{2} = 90^\circ$, il vient

$$\delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{2\sin^2\frac{i}{2}}},$$

([1]) *Comptes rendus,* 20 décembre 1897.

formule qui ne contient aucun terme en τ_3 et montre par cela même que l'exactitude de λ dépend uniquement de l'intervalle de temps i écoulé entre les deux observations de la première polaire et que les données fournies par la seconde étoile n'y jouent aucun rôle. Les deux mesures relatives à cet astre ne sont donc pas nécessaires pour faire connaître λ et ne peuvent être utiles que si l'on veut avoir en même temps n. On se trouve ainsi en présence de la première méthode antérieurement publiée [1], et qui repose sur l'observation d'une seule circompolaire dont on mesure les coordonnées aux deux époques où l'astre se trouve symétriquement placé par rapport aux cercles horaires de 6^h et de 18^h, condition exprimée par la relation $\tau_1 + \frac{i}{2} = 90°$.

» Mais, comme nous l'avons fait pressentir, nous avons ici devant nous l'un des cas particuliers où la formule générale, basée sur l'égalité $\delta P = \delta\Delta = \varepsilon$, doit être modifiée. En effet, à l'aide des équations (14) données plus loin et dans lesquelles il faut poser $p_2 - p_1 = 0$, on constatera facilement que l'exactitude de λ résultera uniquement de celle relative au terme $\frac{P_3 + P_2}{2}$ et $\Delta_3 - \Delta_2$. P_3 et P_2 sont les distances polaires apparentes de l'astre et, par conséquent, des grandeurs finies affectées de plusieurs inexactitudes provenant : des lectures, des erreurs de division du cercle, des pointés effectués à l'aide du fil mobile horizontal et des corrections dues à la réfraction et aux tours de vis des microscopes; $\Delta_3 - \Delta_2$, au contraire, est une faible quantité angulaire mesurée différentiellement; elle peut donc être déterminée avec la plus grande précision et ne peut se trouver altérée que par les erreurs de pointés dues aux ondulations des images qui sont, en outre, beaucoup moins grandes que dans le premier cas. Il est difficile d'évaluer rigoureusement le rapport des éléments δP et $\delta\Delta$. Mais on peut fixer avec une très grande probabilité les limites $\sqrt{2}$ et $\sqrt{3}$ entre lesquelles il se trouve compris. Nous avons admis, ce qui est toujours plus rationnel, $\sqrt{2}$, le chiffre qui donne la plus forte valeur pour $\delta\lambda$: nous avons ainsi posé $\delta P = \sqrt{2}\,\delta\Delta$. Après cette modification, nous obtiendrons

$$(12) \qquad \delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{4}\left(1 + \frac{1}{\sin^2\frac{i}{2}}\right)}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 16 et 23 avril 1883.

» Au moyen de cette formule, il devient facile de calculer $\delta\lambda$ pour toutes les applications que ce procédé est susceptible de recevoir. En supposant, par exemple, les deux séries de mesures conjuguées séparées par un intervalle de quatre heures, on aura ainsi, par les observations d'une seule polaire, $\delta\lambda_1 = \varepsilon\sqrt{\frac{5}{4}}$.

» A l'Observatoire de Paris, où la nouvelle méthode est en cours d'exécution pour la détermination de la latitude, l'intervalle adopté qui sépare les deux séries de mesures conjuguées est précisément de quatre heures; et l'on ne considère une détermination de λ comme complète qu'à la condition de la faire reposer sur l'observation de huit polaires. Ce qui conduit à $\delta\lambda_3 = \varepsilon\sqrt{\frac{5}{32}} = \pm 0'',24$.

» Si l'on admet pour l'erreur probable ε d'une observation méridienne, déduite d'un ensemble de positions relatives à une même étoile, environ $\pm 0'',6$. Mais, dans les très belles nuits, on pourrait, sans difficulté, amoindrir notablement $\delta\lambda$, soit en augmentant l'amplitude i, soit en augmentant le nombre des polaires.

» Pour le cas de la détermination usuelle de λ par la combinaison du passage supérieur et du passage inférieur du méridien d'un même astre, il faut poser $i = 12$ heures, et l'on obtient $\delta\lambda_2 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{2}}$.

» Par la comparaison de $\delta\lambda_2$ et de $\delta\lambda_3$, on peut aisément se rendre compte de la valeur respective des deux méthodes. En effet, le nombre des soirées où le ciel est beau durant une période de quatre à six heures est bien plus considérable que celui des jours où il est permis de voir les deux passages au méridien d'un même astre. La série des déterminations de λ sera donc plus étendue dans la nouvelle méthode que dans l'ancienne. De plus, même en limitant l'amplitude de i à quatre heures et à huit le nombre des polaires, l'exactitude des résultats est bien supérieure dans la nouvelle méthode. En effet, $\delta\lambda_2$ étant égal à $\sqrt{3,2}\,\lambda_3$, la précision du résultat ainsi obtenue dans une seule soirée dépasse celle donnée par trois polaires observées, chacune au passage supérieur et au passage inférieur; et, en outre, on n'a pas à redouter les erreurs systématiques qui peuvent être provoquées dans l'ancienne méthode par la combinaison des observations de jour et de nuit.

» Considérons maintenant le parti qu'on peut tirer de l'observation combinée de deux circompolaires. Dans la pratique actuelle, il arrive rare-

ment qu'on se livre à des recherches embrassant à la fois la détermination des positions absolues des astres en Æ et D. Nous allons donc traiter séparément ces questions et entreprendre d'abord la discussion relative à l'étude des latitudes et des déclinaisons. La formule (10) révèle immédiatement que, pour atteindre la plus grande précision, il faut que $\delta\lambda$ soit un minimum. On trouvera sans difficulté que l'on parvient à ce but si l'on effectue les deux séries de mesures de chaque polaire, de manière que

$$\cos(\tau_3 + \tau_1 + i) = -1 \quad \text{ou} \quad \tau_3 + \tau_1 + i = 180^\circ.$$

On aura, par suite, $\delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\dfrac{1}{4\sin^2\dfrac{i}{2}\cos^2\left(\dfrac{\tau_3-\tau_1}{2}\right)}}$.

» L'interprétation de cette relation indique le mode d'exécution qui doit être suivi dans le cas qui nous occupe. Après avoir effectué la rotation i, les quatre positions des deux astres doivent se trouver symétriquement placées par rapport à l'un ou à l'autre des cercles horaires de 6^h ou de 18^h. La restriction que nous avons établie, *a priori*, que $(p_2 - p_1)$ soit faible n'intervient pas ici, et il serait bien facile de satisfaire aux équations pour tout couple de polaires choisi au hasard.

» Mais, comme on le reconnaîtra plus loin, pour arriver à un procédé très pratique, il est avantageux de choisir les deux astres de telle façon que $\tau_3 - \tau_1$ soit égal à i. Cette relation, comme on le voit, aura lieu lorsque la seconde polaire, après l'intervalle de temps i, arrive à occuper la position de la première. Par cette substitution, on aura

$$\delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{\sin^2 i}}.$$

» Dans ce cas, en vertu du théorème (5) établi précédemment, on obtient une détermination directe et précise de $(p_2 - p_1)$, indépendante de λ et de n; résultat important, comme on le verra plus loin. Un examen facile du mode d'opération établi montre que, pour les raisons antérieurement données, il est également plus judicieux de supposer ici $\delta P = \sqrt{2}\,\delta\Delta = \varepsilon$. On aura, en faisant la rectification nécessaire,

$$\delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{2\sin^2 i}}. \tag{13}$$

» Nous allons maintenant élucider par un exemple le mode d'opération qui se dégage des considérations précédentes. Afin de ne pas trop prolonger la durée i de l'étude, choisissons deux polaires séparées en ascension

droite par un intervalle d'environ quatre heures et de déclinaisons peu différentes. Alors on aura, en vertu des conditions géométriques sur lesquelles est fondé le procédé actuel,

$$\tau_3 - \tau_1 = i = 60^\circ, \qquad \tau_3 + \tau_1 + i = 180^\circ,$$

et, par suite, $\tau_1 = 30^\circ$, $\tau_3 = 90^\circ$, $\delta\lambda = \varepsilon\sqrt{\frac{11}{12}}$.

» Conformément à la règle, il faut donc effectuer les deux premières séries d'observations au moment où les deux polaires se trouvent respectivement aux angles horaires de 2^h et de 6^h et la seconde série des mesures conjuguées quatre heures après. La valeur de λ sera ensuite conclue à l'aide de l'équation (7). On obtiendra ainsi une exactitude très grande, caractérisée par la faible valeur de $\delta\lambda$ qui précède ; et l'on aura, en outre, la faculté, puisque la première polaire occupera, après quatre heures, la position que la seconde avait au commencement, d'obtenir $p_2 - p_1$ avec exactitude au moyen de l'équation (5). L'évaluation de cette faible quantité, qui ne semble être que d'une utilité secondaire, est cependant essentielle. En s'appuyant sur cette donnée, on arrive à rendre l'emploi de la méthode beaucoup plus facile, tout en lui conservant la plus grande exactitude.

» Pour le démontrer, combinons les équations (2) et (3). On trouve, en négligeant, pour le moment, le terme dépendant de I,

$$(14) \qquad \lambda = -\frac{P_3 + P_2}{2} + \frac{\Delta_3 + \Delta_2}{2(P_3 - P_2)}(\Delta_3 - \Delta_2) + (p_2 - p_1)\frac{p_2 + p_1}{2(P_3 - P_2)} \text{ (}^1\text{)}.$$

» Nous avons omis le terme $\frac{(\Delta_3 - \Delta_2)n}{P_3 - P_2}$ qui ne peut que rarement exercer une influence appréciable, à cause de la symétrie des observations conjuguées par rapport aux cercles horaires de 6^h et de 18^h.

» Grâce à l'égalité que nous venons d'établir, nous disposons d'un second moyen de calculer λ et qui est le suivant : de l'équation (5) on tire d'abord $(p_2 - p_1)$ et l'on introduit cette donnée numérique dans la dernière relation (14). Pour $(p_2 + p_1)$, multiplié par le très faible facteur $\frac{p_2 - p_1}{2(P_3 - P_2)}$, on a la liberté de prendre une valeur approchée.

» L'examen de l'équation (14) nous conduit à une conséquence très importante.

(1) Ce problème a été déjà traité partiellement (*Comptes rendus*, 7 mai 1883).

» $(p_2 - p_1)$, qui est un petit angle de quelques minutes, peut être déterminé rapidement et avec le plus haut degré d'exactitude qu'il est possible d'atteindre dans l'Astronomie de précision. Après un certain nombre de mesures de cet angle, comprises dans l'ensemble des opérations que nous venons d'exposer, il devient superflu de renouveler les expériences relatives à $(p_2 - p_1)$ et il suffit de contrôler de temps à autre cette quantité, afin de pouvoir tenir compte des mouvements propres des astres, s'ils se manifestent d'une manière appréciable. A partir d'une certaine époque, il sera donc permis de regarder comme connu d'avance $(p_2 - p_1)$ et l'on pourra ainsi laisser de côté la moitié des opérations précédemment indiquées. Il ne sera donc nécessaire que d'effectuer deux séries de mesures aux époques où les deux astres se trouvent à une égale distance du cercle horaire de 6^h ou de 18^h. Ces deux époques peuvent être diverses; nous avons présumé quatre heures de différence entre les ascensions droites des deux polaires. Les deux astres pourront donc être observés presque simultanément et ils se trouveront ainsi à deux heures de distance du cercle horaire considéré. Mais il sera plus précis de laisser s'écouler un certain laps de temps entre les deux séries de mesures, deux heures par exemple. Dans ce cas, on fera la première observation à l'angle horaire τ_1 de 3^h et la seconde à l'angle horaire τ_3 de 9^h.

» Afin de rendre peu sensible l'influence de l'inclinaison I, il convient d'effectuer symétriquement les mesures relativement aux deux cercles horaires considérés, de manière à avoir deux séries de déterminations de λ : l'une se rapportant au cercle horaire de 6^h et l'autre à celui de 18^h. Nous supposerons désormais que l'on opère de la sorte.

» Le Tableau qui termine cette Note renferme les positions précises de 101 étoiles, les plus brillantes, qui avoisinent le pôle et dont les positions ont été conclues d'un ensemble d'observations modernes, faites en partie à l'Observatoire de Paris, à l'aide des instruments méridiens et, en partie à l'Observatoire de Greenwich, à l'aide de plusieurs clichés photographiques mis obligeamment à notre disposition par M. Christie, Directeur de cet établissement. On remarquera qu'il est très aisé d'y rencontrer, pour tout intervalle donné en ascension droite, un couple de belles étoiles presque de même déclinaison. Dans une prochaine et dernière Communication, j'aurai l'honneur d'exposer la méthode générale qui fournit simultanément les valeurs de tous les éléments cherchés. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les centrosomes chez les Végétaux;* par M. L. GUIGNARD.

« On sait que les éléments figurés connus sous les noms de *sphères attractives* et de *centrosomes* ont été observés d'abord dans les cellules animales en voie de division et retrouvés plus tard dans ces mêmes cellules à l'état de repos. Avant mes recherches sur ce sujet, leur présence n'avait pas été signalée chez les Végétaux. Mais, à en juger par certains travaux récents, au lieu d'être générale, comme on pouvait le penser, elle serait limitée aux groupes inférieurs du règne végétal.

» Si, dans une question d'une étude aussi difficile, on doit s'attendre chaque jour à des aperçus nouveaux, qui sont la conséquence forcée des progrès incessants de l'investigation, je ne crois pourtant pas que l'opinion précédente soit admissible.

» En ce qui concerne les cellules animales, on s'accorde aujourd'hui pour considérer le centrosome comme la partie importante de la sphère. Ordinairement, c'est un corpuscule réfringent, parfois d'une petitesse extrême. La sphère elle-même est formée par une substance qui peut se différencier en deux zones : l'une claire vers le centre, l'autre granuleuse vers la périphérie; elle est souvent mal délimitée et d'une réfrangibilité différente de celle du protoplasme ambiant. La striation radiaire qui l'entoure, en général, part en partie du centrosome, en partie de la région centrale de la sphère et se différencie surtout à la périphérie.

» Dans les cellules animales au repos, la sphère manque fréquemment, ou bien n'est indiquée, autour du centrosome, que par une légère condensation protoplasmique. Parfois même elle se désagrège pour se reconstituer avant la division du noyau. Elle est formée par cette substance que certains auteurs ont désignée sous le nom d'*archoplasme* ou de *kinoplasme*, pour la distinguer du protoplasme nutritif ou *trophoplasme*.

» En somme, c'est le centrosome qui constitue l'élément fondamental de la sphère, puisqu'il est souvent le seul qui persiste. C'est lui aussi qui présente le plus d'affinités pour les matières colorantes; et, si parfois on n'en a pas constaté la présence dans des sphères pourtant bien différenciées, on n'est pas autorisé pour cela à conclure qu'il peut faire complètement défaut.

» On a vu, dans la cellule animale au repos, tantôt un centrosome

unique, tantôt deux centrosomes voisins, parfois même des centrosomes multiples situés côte à côte et constituant ce qu'on a appelé un *microcentre*. Dans ce dernier cas, le centrosome typique est remplacé par un groupe de corpuscules, lequel se divise d'ailleurs, comme les centrosomes ordinaires, en deux nouveaux centrosomes au début de la division nucléaire.

» Souvent les centrosomes, très petits et à peine visibles au moment de la division du noyau, augmentent de volume pendant cette dernière, se divisent en même temps que le noyau, reviennent ensuite à l'état primitif et cessent d'être reconnaissables. C'est pourquoi plusieurs auteurs ne les considèrent pas comme des organes permanents de la cellule. Mais tel n'est pas l'avis de la majorité des zoologistes, qui ont vu les centrosomes, pendant la période de repos complet, dans des cellules de nature très diverse. Leur existence paraît donc générale, chez les animaux, à toutes les phases de la vie cellulaire.

» Il n'en serait plus de même chez les Végétaux. Les observations de M. Farmer, de M. Strasburger et de ses élèves, tendent à montrer que ces éléments ne se rencontrent que chez les Thallophytes et les Muscinées inférieures; ils n'existeraient, à aucun moment, chez les autres plantes, Cryptogames vasculaires ou Phanérogames.

» Une telle différence entre les Thallophytes et les Cormophytes d'une part, entre ces dernières et les animaux d'autre part, n'est pas sans paraître assez surprenante, si l'on considère les analogies qui nous sont offertes par la structure fondamentale de la cellule et surtout par les phénomènes de la division nucléaire dans l'immense majorité des animaux et des plantes. La question, toutefois, ne peut être tranchée par des vues théoriques.

» Chez les plantes inférieures où les observateurs précédents ont décrit les centrosomes, ceux-ci présentent des variations morphologiques analogues à celles qu'on connaît chez les animaux.

» En effet, dans les *Fucus*, les oogones en voie de développement et les œufs en voie de segmentation ont permis à M. Strasburger de voir des centrosomes entourés de stries radiaires bien différenciées. Il en est de même, d'après M. Swingle, dans les cellules végétatives du *Sphacelaria*, avec cette différence que le centrosome, au lieu d'être rond, peut avoir la forme d'un bâtonnet, d'une massue, d'une haltère, etc. Ce centrosome se divise et se conserve dans la cellule au repos; sa grosseur ne varie que dans de faibles limites. Chez ces plantes, le centrosome ne paraît pas en-

touré d'une sphère nettement différenciée; mais celle-ci a été observée par M. Farmer et M. Strasburger dans certaines Muscinées.

» Dans les Champignons (*Peziza*, *Ascobolus*, *Erysiphe*), M. Harper a trouvé, au lieu d'un centrosome ordinaire, un amas granuleux de forme discoïde, d'où partaient les stries radiaires. Le *Basidiobolus* présente, d'après M. Fairchild, des fuseaux nucléaires en forme de tonnelets, c'est-à-dire tronqués aux extrémités polaires, et composés de plusieurs faisceaux de fils; chaque faisceau se termine par un corpuscule bien distinct et très colorable. Des faisceaux analogues ont été observés chez les animaux (*Ascaris*, *Cyclops*, etc.); mais il ne s'agissait là que d'une forme transitoire, précédant la forme bipolaire normale, et celle-ci, une fois réalisée, s'est montrée pourvue de centrosomes ordinaires.

» Ces observations prouvent que la notion des centrosomes doit être comprise maintenant dans un sens plus large qu'au début de nos connaissances sur ce sujet.

» Le principal argument contre l'existence des centrosomes chez les Cormophytes est tiré du mode de formation du fuseau nucléaire. Divers observateurs ont constaté que ce fuseau, au lieu d'être d'emblée bipolaire, commence, au contraire, par présenter un nombre variables de pôles, souvent plus d'une douzaine, d'après M. Osterhont, dans les cellules mères des spores des *Equisetum*, une demi-douzaine ou moins, d'après M. Mottier, dans les cellules mères du pollen des *Lilium*, *Podophyllum*, etc. Mais, à un moment donné, ces fuseaux multipolaires deviennent toujours bipolaires, soit par fusion, soit par rétraction des filaments qui constituent les cônes multiples de la figure primitive. Pas plus au sommet de ces cônes multiples qu'aux deux extrémités du fuseau bipolaire qui en dérive, ces auteurs n'ont vu d'élément spécial présentant les caractères de centrosome.

» Quelles sont donc les forces qui changent ainsi les faisceaux multipolaires en faisceaux bipolaires? Si, avec les observateurs précédents, on n'admet l'existence ni de centrosomes, ni d'aucun élément capable d'agir comme ces derniers, on ne peut invoquer une raison mécanique. Seraient-ce les chromosomes qui orientent les fils du fuseau? Tous les faits connus tendent à montrer précisément le contraire. Il ne reste plus, si l'on croit à l'absence de tout centre cinétique, qu'à admettre, avec M. Strasburger, que les forces en jeu résident dans le kinoplasme, indépendamment de toute différenciation morphologique spéciale.

» L'opinion d'un savant aussi autorisé peut bien être en partie fondée. Toutefois, même en considérant comme inexactes toutes les observations

antérieures touchant la présence des sphères attractives ou des centrosomes chez diverses Cormophytes, on ne peut douter que les corps décrits et figurés récemment par M. Webber dans les cellules polliniques du *Zamia*, bien qu'ils servent à un moment donné à la formation des cils des anthérozoïdes de cette Cycadée, ne soient des centrosomes, et il en est de même pour le Ginkgo, étudié auparavant par M. Hirase.

» Voici maintenant un aperçu de mes nouvelles observations sur les cellules mères polliniques de diverses Phanérogames (*Nymphæa alba*, *Nuphar luteum*, *Limodorum abortivum*), étudiées après fixation avec le liquide de Flemming ou d'autres réactifs appropriés.

» Dans le *Nymphæa*, qui présente un intérêt particulier, la cellule mère adulte renferme un noyau excentrique, très rapproché de la paroi; le reste de la cellule est presque entièrement rempli d'amidon. Au début des prophases de la division, le cytoplasme offre un aspect filamenteux autour du noyau, dans lequel les chromosomes (vraisemblablement au nombre de trente-deux) sont disposés à la périphérie, accompagnés du nucléole et d'un certain nombre de fils achromatiques excessivement fins.

» Dans le voisinage du noyau, certains colorants, tels qu'un mélange de vert de méthyle, de fuchsine acide et d'orange G, permettent de distinguer un ou deux petits corps différenciés, tantôt d'apparence homogène, tantôt pourvus d'un granule central plus colorable; il est possible aussi que ces corps soient plus nombreux. A un moment donné, ils servent de points d'attache aux fils cytoplasmiques dirigés vers le noyau et formant l'ébauche du fuseau nucléaire. On voit parfois des fuseaux tripolaires ou même quadripolaires, mais la figure définitive n'a jamais que deux pôles, occupés par une petite sphère qui présente au centre soit un granule unique, soit plusieurs granules accolés, dont la teinte vert foncé, par l'action du mélange indiqué précédemment, ressemble à celle des chromosomes. Ces éléments peuvent d'ailleurs être colorés par d'autres méthodes. Comment se fait le changement des formes pluripolaires en forme bipolaire? C'est ce que je ne puis dire avec certitude pour le moment, dans le cas actuel.

» Le fuseau nucléaire, formé sur le côté de la cellule, ne tarde pas à se courber en suivant la paroi cellulaire; les deux cônes qui le constituent, et dont les bases correspondent à la plaque nucléaire, s'allongent, en général, simultanément et s'incurvent de plus en plus; de sorte que le fuseau prend la forme d'un croissant, parfois même celle d'un S tordu sur lui-

même. Cet allongement singulier paraît être sous la dépendance des corps polaires, qui occupent toujours les pointes du fuseau. Pendant qu'il se produit, tantôt ces corps sont représentés par une sphère avec un ou plusieurs corpuscules, tantôt on ne voit pas de sphère colorée autour de ceux-ci : différence qui tient apparemment à l'action variable des réactifs. En tous cas, ces corpuscules représentent certainement un centrosome. On voit d'ailleurs souvent des stries en partir et se diriger dans le cytoplasme.

» Il peut arriver que les extrémités du fuseau s'étirent en une pointe grêle, formée de quelques granules disposés en file. On pourrait croire alors qu'il n'y a pas de centrosome au pôle. Il s'agit là, à mon avis, de la dissociation d'un centrosome primitif dont les corpuscules multiples ont pris la disposition en question; les réactions colorées de ces éléments appuient cette manière de voir.

» Les centrosomes se retrouvent à toutes les phases de la division nucléaire; après la formation définitive des noyaux jumeaux, on les aperçoit encore pendant quelque temps, puis ils deviennent indistincts, ce qui ne veut pas dire qu'ils disparaissent. On les observe de même durant la seconde bipartition de la cellule mère.

» Dans le *Nuphar*, le noyau, au lieu d'être latéral, occupe le centre de la cellule, et les caractères de sa division rentrent dans le type normal. Il diffère également de celui du *Nymphœa* par le nombre de ses chromosomes, qui est de seize, et dont la forme, au stade de la plaque nucléaire, est celle des groupes quaternes bien connus surtout chez les Copépodes. Au début des prophases, on trouve aussi des fuseaux pluripolaires, dont les extrémités m'ont montré plusieurs fois un corpuscule ou même une sphère plus ou moins distincte. Aux stades ultérieurs, les centrosomes ressemblent à ceux des *Nymphœa;* mais le fuseau bipolaire, situé au centre de la cellule, reste toujours droit et régulier.

» Il est bien plus difficile de déceler les centrosomes dans le *Limodorum*. Ici, on remarque d'abord que les fuseaux pluripolaires sont très fréquents, sans qu'on puisse dire pourtant qu'ils précèdent toujours la figure bipolaire. Leurs branches sont en général plus nombreuses et plus variables d'aspect. On aperçoit souvent, à l'extrémité de plusieurs d'entre elles, un granule ou un petit amas de substance plus colorable que le reste du cytoplasme. Pendant la formation de la figure bipolaire, ce sont celles qui sont les plus proches de la place occupée plus tard par les deux pôles

définitifs, place déterminée par la forme de la cellule, qui semblent persister; les autres disparaissent. On pourrait croire, dans ce cas, à la réunion de plusieurs corpuscules, auparavant isolés, en un centrosome unique; car, après la formation du fuseau bipolaire, on voit souvent plusieurs corpuscules à chaque pôle. On ne trouve pas de sphère distincte, mais on aperçoit parfois autour du pôle une striation radiaire très délicate.

» En résumé, la formation des fuseaux pluripolaires, qu'elle soit accidentelle ou normale, ne peut être invoquée comme un argument sans réplique contre l'existence de centres dynamiques durant la division du noyau. Le cytoplasme laisse voir, à un moment donné, des corps distincts des granulations ordinaires. Il est possible que l'élaboration des figures pluripolaires soit en partie indépendante des éléments qui forment les centrosomes; il peut se faire aussi que les centrosomes n'aient pas toujours une individualité morphologique distincte. Mais il n'en est pas moins certain que les plantes supérieures peuvent être pourvues d'éléments cinétiques différenciés, dont le rôle est le même que celui des corps analogues observés chez les plantes inférieures et chez les animaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le vert phtalique. Constitution.* Note de MM. A. Haller et A. Guyot.

« Dans une de nos dernières Communications ([1]) nous avons précisé les conditions dans lesquelles se forme le vert phtalique; nous avons donné sa composition et étudié quelques-uns de ses sels. Dans une seconde Note ([2]) nous avons montré comment on peut préparer le *chlorhydrate de tétraméthyldiamidophényloxanthranol* et nous avons fait voir que ce composé diffère par ses propriétés du vert phtalique isolé par nous et aussi de celui qui a été décrit par M. Otto Fischer. Tandis que les sels du vert phtalique sont très stables, ceux de l'oxanthranol en question sont très instables et se dissocient facilement au contact de l'eau.

» Rappelons que, pour M. Fischer, la formation de ce vert serait due à la présence, dans le dichlorure de phtalyle qui a servi à l'auteur dans la préparation de son produit, d'une certaine quantité de chlorure symé-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 221.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 286.

trique, le chlorure dissymétrique donnant de la diméthylanilinephtaléine :

$$C^6H^4\left<\begin{matrix}COCl\\COCl\end{matrix}\right. + 2C^6H^5Az(CH^3)^2 = H^2O + HCl + C^6H^4\left<\begin{matrix}Cl\diagdown\\ \diagdown CO\diagup\end{matrix}\right>C\left<\begin{matrix}C^6H^4Az(CH^3)^2\\C^6H^3Az(CH^3)^2\end{matrix}\right.$$

$$= C^6H^4\left<\begin{matrix}HO\diagdown\\ \diagdown CO\diagup\end{matrix}\right>C\left<\begin{matrix}C^6H^4Az(CH^3)^2\\C^6H^3Az(CH^3)^2\end{matrix}\right. + 2HCl.$$

» Au leucodérivé de ce vert reviendrait la formule

$$C^6H^4\left<\begin{matrix}C\left<\begin{matrix}C^6H^4Az(CH^3)^2\\C^6H^3Az(CH^3)^2.\end{matrix}\right.\\ |\\ COH\end{matrix}\right.$$

» L'expérience ayant donc démontré que telle n'est pas la constitution du vert phtalique, nous avons cherché à élucider le problème d'une autre manière et avons tenté de lui attribuer une formule qui fût en harmonie avec celle de la diphénylanthrone ([1]) qui prend naissance dans des circonstances analogues. En se bornant aux analogies, le vert deviendrait du chlorhydrate de l'hexaméthyltriamidodiphénylanthrone formé en vertu de la réaction

$$C^6H^4\left<\begin{matrix}C\left<\begin{matrix}Cl\\Cl\\Cl\end{matrix}\right.\\COCl\end{matrix}\right. + 3C^6H^5Az(CH^3)^2 = \left[\begin{matrix}(CH^3)^2AzH^4C^6\diagdown\\C^6H^4\left<\diagdown CO\diagup\right.\end{matrix}C\left<\begin{matrix}C^6H^4Az(CH^3)^2\\C^6H^3Az(CH^3)^2\end{matrix}\right.\right]HCl + 3HCl.$$

» Mais cette formule de constitution, qui conduit bien à un chlorhydrate en $C^{32}H^{34}Az^3OCl$ et à un azotate en $C^{32}H^{34}Az^4O^4$, comme l'indiquent nos analyses, ne permettrait pas de prévoir l'existence d'un chloroplatinate renfermant 25,9 pour 100 de platine. D'autre part, elle ne rendait pas compte des analogies évidentes que ce colorant présente avec le vert malachite, dont il possède la plupart des propriétés.

» M. Rosenstiehl, qui a bien voulu nous faire faire des essais de teinture avec cette matière, fut frappé de cette analogie et nous a proposé la formule de constitution suivante :

$$C^6H^4\left<\begin{matrix}Cl\diagdown C\left<\begin{matrix}C^6H^4Az(CH^3)^2\\C^6H^4Az(CH^3)^2\end{matrix}\right.\\COC^6H^4Az(CH^3)^2,\end{matrix}\right.$$

ce qui fait de notre molécule un vert malachite substitué en ortho par $COC^6H^4Az(CH^3)^2$.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 102.

» Il est facile de voir que cette nouvelle formule est isomérique avec la précédente ; elle établit, en outre, une étroite parenté avec le vert malachite et notre colorant ; elle fait enfin prévoir, pour ce dernier, l'existence d'un chloroplatinate de la forme

$$\left\{ C^6H^4 \begin{matrix} \diagdown \\ \diagup \end{matrix}\!\!\begin{matrix} Cl \\ \diagdown C = [C^6H^4Az(CH^3)^2]^2H^2Cl^2 \\ \diagdown CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2HCl \end{matrix} \right\}^2 3\,PtCl^4 \quad \text{ou} \quad \left\{ C^6H^4 \begin{matrix} Cl \\ \diagdown C = [C^6H^4Az(CH^3)^2]^2 \\ \diagdown CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{matrix} \right\}^2 3\,PtCl^6H^2,$$

c'est-à-dire renfermant bien, comme nous l'avons trouvé, 25,9 pour 100 de platine. Elle se justifie si l'on remarque que nous avons démontré que le tétrachlorure de phtalyle, possédant un schéma dissymétrique, peut être considéré comme du phénylchloroforme orthosubstitué par COCl, et si l'on se rappelle la formation du vert malachite au moyen du phénylchloroforme et de la diméthylaniline.

» Nous nous rallions donc entièrement à la manière de voir de M. Rosenstiehl et adoptons sa formule. Avec ce schéma, le leucodérivé devient

$$C^6H^4 \begin{matrix} H \\ \diagdown C = [C^6H^4Az(CH^3)^2]^2 \\ \diagdown CO\,C^6H^4Az(CH^3)^2, \end{matrix}$$

formule qui répond précisément aux chiffres d'analyse publiés par M. O. Fischer, pour son leucodérivé.

» *Remarque.* — Les bases des matières colorantes aminées du triphénylméthane, et notre vert appartient à cette classe, renfermant n atomes d'azote sous la forme d'amine, peuvent, d'après les expériences de M. Rosenstiehl, fixer $n+1$ molécules d'acide chlorhydrique, pour donner des polychlorhydrates dont le type est le polychlorhydrate de rosaniline $Cl.C \equiv [C^6H^4AzH^2HCl]^3$.

» Mais il est bien évident qu'un semblable composé, quoique renfermant quatre atomes de chlore, ne se combinera pas à deux molécules de chlorure de platine, mais seulement à une et demie, soit trois $PtCl^4$ pour deux de polychlorhydrate, puisque ce sont les atomes d'azote pentavalents qui contribuent seuls à fixer le chlorure de platine.

» Ces considérations s'appliqueront au chloroplatinate que nous avons obtenu par précipitation du vert en milieu fortement acide, au moyen du chlorure de platine. Si donc la formule du chlorhydrate neutre est $C^{32}H^{34}Az^3OCl$, celle du polychlorhydrate sera $C^{32}H^{34}Az^3OCl + 3HCl$, et celle du chloroplatinate correspondant $[C^{32}H^{34}Az^3OCl]^2 3PtCl^6H^2$. La

concordance des chiffres trouvés à l'analyse avec les chiffres prévus par cette théorie démontre l'exactitude de cette dernière.

» *En résumé :* 1° Le vert phtalique de M. O. Fischer est identique avec la matière colorante verte qu'on obtient par condensation du tétrachlorure de phtalyle avec la diméthylaniline.

» 2° La présence, démontrée par nous comme normale, de tétrachlorure de phtalyle dans le dichlorure, explique la formation du vert phtalique dans la réaction de Fischer.

» 3° Le vert phtalique ne se rattache pas au groupe du phénolanthracène ni à celui de la diphénylanthrone, mais au groupe du triphénylméthane, et doit être considéré comme du vert malachite ou chlorhydrate de tétraméthyldiamidotriphénylcarbinol substitué en ortho, dans le noyau non amidé, par le radical $CO . C^6H^4Az(CH^3)^2$.

» Les remarques que nous avons été amenés à faire, à l'occasion du chloroplatinate du vert phtalique, s'appliquent à toutes les matières colorantes basiques du groupe du triphénylméthane; nous nous réservons l'étude des chloroplatinates analogues préparés avec ces colorants. »

M. G. Darboux fait hommage à l'Académie du Tome I de ses « Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Physique végétale, vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 50,

M. Maquenne obtient . . . . 49 suffrages
M. G. André » . . . . 1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. G. André obtient . . . . 42 suffrages

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre, par l'Académie, comprendra :

En première ligne............. M. **Maquenne**,
En seconde ligne. .... M. **G. André**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Pimpard** adresse une Note relative à un « Cadran solaire, indiquant l'heure moyenne. »

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **H. Soret** adresse une Note relative à un « Nouveau pédalier ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

MM. **L. Clottes** et **A. Saut** adressent une Note relative à une « Nouvelle mesure chapelière, fondée sur le Système métrique ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **P. Merlateau** adresse une Note relative à une marmite pour la cuisson des aliments.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de MM. *F. Burot* et *M.-A. Legrand*, intitulées : « Les troupes coloniales : statistique de la mortalité » et « Maladies du soldat aux pays chauds ». (Présentées par M. Brouardel.)

ASTRONOMIE. — *Observation de l'essaim des Orionides des 12-14 décembre à Athènes.* Note de M. D. EGINITIS, présentée par M. M. Lœwy.

« En 1896, au commencement de la soirée du 12 décembre, nous avons observé, dans la constellation d'Orion, une pluie d'étoiles filantes assez riche; les observations de cet essaim, dont le nombre des météores a monté, dans l'espace de trois heures, à 50 environ, ont été communiquées à l'Académie le 11 janvier 1897.

» Le même essaim a été observé cette année aussi à l'observatoire d'Athènes, pendant plusieurs soirées de suite. L'intensité de la lumière lunaire et le mauvais temps ne nous ont permis de voir que quelques-uns des météores, les plus brillants; cependant on a pu en observer un nombre suffisant pour trouver le radiant. Ce nouvel essaim a donc une période annuelle et paraît assez riche et étendu. La vitesse de ces météores est rapide et leur couleur est rouge. Quelques-uns d'entre eux avaient un éclat comparable à celui de Sirius.

» Le 12 décembre, on a observé 10 météores dans l'espace de trois heures environ; le 13 décembre, dans l'espace de quatre heures, on en a observé 11; le 14 décembre, pendant trois heures, on n'en a pu apercevoir que 4; et le 15 décembre on n'en a point vu.

» Les trajectoires des météores, tracées sur des Cartes célestes spéciales par MM. Terzakis et Hézapis, nous donnent comme radiant un cercle de 6° de rayon, et dont le centre a pour coordonnées :

$$\alpha = 82°,$$
$$\delta = +5°.$$

» En même temps que l'essaim des Orionides, on a observé, depuis le 11 jusqu'au 14 décembre, un petit nombre de météores appartenant à l'essaim des Gémeaux. Les trajectoires de ces dernières étoiles filantes nous donnent comme radiant un cercle de 3° de rayon, et dont le centre a pour coordonnées :

$$\alpha = 101°,$$
$$\delta = +34°. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des intégrales dans les systèmes orthoïques*. Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« Dans une Communication récente ([1]), j'ai défini certains systèmes différentiels que j'ai nommés *orthoïques,* et j'ai fait observer, conformément aux résultats de mes recherches antérieures ([2]), que si dans un semblable système, supposé *passif,* la cote première de chaque variable indépendante est égale à 1, et les cotes premières des diverses fonctions inconnues toutes égales entre elles, les développements d'intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales arbitrairement choisies sont de toute nécessité convergents.

» Ce résultat est susceptible d'être généralisé, et j'ai pu établir en toute rigueur la proposition suivante :

» *Si, dans un système orthoïque passif, la cote première de chaque variable indépendante est égale à* 1 (*les cotes premières des diverses fonctions inconnues étant quelconques*), *les intégrales hypothétiques répondant à des conditions initiales arbitrairement choisies existent effectivement.*

» Les systèmes visés par cet énoncé comprennent, comme cas très particulier, ceux de Mme Kowalewski. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces applicables sur une surface de révolution.* Note de M. **A. Pellet.**

« *Soit* $A^2\,du^2 + B^2\,dv^2 = ds^2$ *le carré de l'élément linéaire d'une surface; supposons* A *et* B *fonctions de la courbure totale de la surface et le rapport* $\frac{B}{A} = g$ *variable. Si chacune des expressions*

$$du^2 + g^2.dv^2, \qquad \frac{1}{g^2}du^2 + dv^2$$

est le carré de l'élément linéaire d'une surface à courbure constante, la surface donnée est applicable sur une surface de révolution; sinon, la surface n'est pas

---

([1]) Voir les *Comptes rendus* du 6 décembre 1897.
([2]) *Recueil des Savants étrangers*, t. XXXII, n° 3.

applicable sur une surface de révolution, à moins que l'on ait $g = \varphi(au + bv)$, a et b étant des constantes.

» En effet, soient u' et v' les paramètres des courbes symétriques des courbes u et v par rapport à un méridien de la surface de révolution. On a, en les choisissant convenablement,

$$A^2\,du^2 + B^2\,dv^2 = A^2\,du'^2 + B^2\,dv'^2.$$

» D'où, en posant

$$g^2 = -\rho\rho_1, \qquad du = \sqrt{\frac{\rho}{R}}\,d\rho + \sqrt{\frac{\rho_1}{R_1}}\,d\rho_1, \qquad dv = \frac{d\rho}{\sqrt{\rho R}} + \frac{d\rho_1}{\sqrt{\rho_1 R_1}},$$

il viendra

$$ds^2 = A^2(\rho - \rho_1)\left(\frac{d\rho^2}{R} - \frac{d\rho_1^2}{R_1}\right)$$

(Darboux, *Théorie générale des surfaces*, IIIe Partie, p. 256). Pour que les courbes d'égale courbure totale soient parallèles, il faut que

$$R = n\rho + p\rho^2 + q\rho^3, \qquad R_1 = m\rho_1 + p\rho_1^2 + q\rho_1^3.$$

» La surface dont le carré de l'élément linéaire est $du^2 + g^2\,dv^2$ a donc une courbure totale constante. Les invariants de g^2 par rapport à cette surface ont pour valeurs

$$\Delta g^2 = ng^2 - qg^4, \qquad \Delta_2 g^2 = \frac{n - 3qg^2}{2}.$$

» Les courbes $g^2 = \text{const.}$ ont donc une courbure géodésique constante. On déduit facilement de là le théorème en question. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations fonctionnelles linéaires.* Note de M. Lémeray.

« On peut appeler *équations fonctionnelles linéaires, sans second membre*, les équations de la forme

$$f^m(x) + af^{m-1}(x) + \ldots + hfx + kx = 0,$$

où la fonction inconnue est $f(x)$, et où l'on a, par définition,

$$f^m(x) = f[f^{m-1}(x)].$$

En supposant constants les coefficients $a, \ldots, h, k$ et en posant $x = F(p)$,

on a

$$f^i(x) = F(i+p)$$

et l'équation devient

$$F(m+p) + aF(m-1+p) + \ldots + hF(p+1) + kF(p) = 0.$$

» Supposons, pour plus de simplicité, que les racines $r_1, r_2, \ldots, r_m$ de l'équation

$$r^m + ar^{m-1} + \ldots + k = 0$$

soient inégales; on aura

$$F(p) = C(p)r_1^p + \ldots + C_m(p)r_m^p,$$

$C_i(p)$ désignant une fonction périodique arbitraire de p, admettant l'unité pour période. L'élimination de p entre les équations

$$x = F(p) \qquad f(x) = F(p+1)$$

donne la fonction cherchée. En faisant des hypothèses convenables sur les fonctions C on obtient, pour la proposée, des intégrales algébriques.

» L'intégration de l'équation $f^m(x) - x = 0$, connue sous le nom de *problème de Babbage*, est un cas particulier du précédent. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un ergographe à ressort.* Note de MM. **A. Binet** et **N. Vaschide.**

« Nous venons de faire construire (¹) un nouvel ergographe, que nous appelons *ergographe à ressort*, parce qu'il diffère de celui de Mosso par la substitution d'un ressort au poids que le doigt médius soulève en se fléchissant.

» L'avantage de cette substitution est triple : 1° Elle permet au sujet qui travaille à l'ergographe de *donner toute sa force*, ce qui n'a pas lieu s'il travaille avec l'ergographe à poids. En effet, supposons qu'on fasse soulever le poids de 5^{kg} par le doigt médius; il y a des sujets très vigoureux, pour lesquels ce poids est relativement léger, et ils pourraient au début de l'expérience soulever avec leur doigt un poids plus lourd; la première courbe écrite par l'ergographe ne représente donc pas tout ce qu'ils pourraient faire. 2° Lorsque l'expérience se prolonge, il arrive un moment où le sujet

(¹) Chez Collin, à Paris.

devient incapable de soulever ce poids de 5^{kg}; quelque effort qu'il fasse, son doigt ne peut plus se fléchir et soulever le poids. On dit alors que le sujet est épuisé ; mais cela n'est pas exact, il n'y a pas un véritable épuisement du doigt, il y a simplement un épuisement relatif à ce poids de 5^{kg}; si l'on substituait à ce poids un autre poids, plus léger, on pourrait constater que le sujet, qu'on déclarait épuisé, peut encore exécuter avec son doigt un travail mécanique considérable. On peut éviter cette cause d'erreur avec l'ergographe à ressort. 3° Le troisième avantage de l'ergographe à ressort est de permettre au sujet d'exécuter un travail proportionnel à l'état de ses forces; en effet, c'est le sujet lui-même qui décide, en quelque sorte, quelle est la quantité de travail mécanique qu'il peut exécuter. Au contraire, avec l'ergographe à poids, on impose un même travail mécanique à des sujets de force musculaire très différente, de sorte qu'il est à peu près impossible d'obtenir avec cet ergographe une mesure de leurs forces et de faire des études comparatives.

» Notre ergographe à ressort se compose d'une bande horizontale en acier, sur laquelle sont solidement fixés un ressort en boudin et un doigtier. L'instrument entier est relié à un pied vertical cylindrique très fort, qui en assure la stabilité; il peut être fixé sur le bord d'un meuble au moyen d'un fort étau mobile, dans lequel le pied vertical glisse de haut en bas.

» Le doigtier est en métal, et articulé en deux parties : la première partie, fixée sur le bâti de l'instrument, supporte la troisième phalange du médius; la deuxième partie reçoit les deux autres phalanges; l'extrémité du doigt est protégée par un chapeau mobile sur le doigtier, pour permettre de régler la position des doigts de toute taille.

» La partie mobile du doigtier est reliée, par sa face antérieure, à une tige de traction agissant sur le dynamomètre ; celui-ci se compose d'un ressort en boudin, terminé par deux leviers verticaux presque parallèles, dont l'un est fixé au bâti de l'instrument, et dont l'autre est relié à la tige de traction du doigtier, à l'aide d'un coulant glissant sur ce levier mobile et pouvant exercer la traction en haut ou en bas du levier, afin de permettre des tractions correspondant à deux échelles différentes, et qui diffèrent entre elles, surtout par l'amplitude d'excursion du doigt; ainsi, quand le coulant est fixé à l'extrémité inférieure du levier, la course du doigt, pour opérer une traction de 10^{kg}, correspond à un déplacement de $0^{m},04$ de l'extrémité du levier. Cette disposition permet au doigt d'exécuter un véritable travail mécanique.

» Un cadran horizontal et gradué est placé en avant du dynamomètre, et fixé sur la pièce qui retient celui-ci. Les mouvements de traction agissant sur le levier mobile du dynamomètre sont indiqués sur le cadran, grâce à un dispositif spécial, par une aiguille reliée au levier; cette aiguille se termine par une plume, destinée à écrire, sur le cylindre tournant, les courbes de traction; cette plume est articulée verticalement dans sa partie médiane, afin que l'on puisse régler facilement le contact de la plume avec la surface du cylindre enregistreur.

» En arrière du doigtier, se trouvent diverses pièces destinées à assurer l'immobilité de la main, sans la blesser. Immédiatement en arrière du doigtier, se trouve un petit coussin fixe, sur lequel repose la face dorsale de la main : il est muni d'une courroie destinée à immobiliser le poignet. Un peu plus en arrière, toujours sur le bâti horizontal de l'appareil, se trouve un collier fixateur de l'avant-bras (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité des radioconducteurs ou conductibilité électrique discontinue. — Assimilation à la conductibilité nerveuse.* Note de M. **Édouard Branly**.

« Les substances conductrices discontinues forment un groupe extrêmement étendu. Tantôt la discontinuité est nettement apparente, tantôt elle pourrait passer inaperçue. Elles se reconnaissent toutes à ce que leur résistance éprouve une diminution sous diverses influences électriques, particulièrement sous l'action des étincelles à distance. La résistance primitive reparaît par le choc et par la chaleur. Ces substances se relient aux conducteurs continus par des intermédiaires tels que les lames métalliques minces qui n'offrent qu'à un faible degré les variations de conductibilité si considérables des limailles métalliques et des agglomérés à gangue isolante. En réalité, il n'y a pas de séparation absolument tranchée entre les deux groupes de conducteurs, continus et discontinus, et le conducteur discontinu à grains contigus noyés dans un milieu isolant peut être regardé comme le type du conducteur quel qu'il soit. Dans un bloc métallique, la compression a extrêmement réduit le milieu isolant qui entoure chaque grain et les variations de conductibilité ne s'observent plus que sous l'action de la chaleur. Dans les conducteurs visiblement discontinus, la matière isolante maintient les grains conducteurs à une distance appréciable les uns des autres, et lorsque la matière isolante est en proportion suffisante, les variations de conductibilité, au lieu d'être persistantes, comme elles le sont, en général, avec les limailles métalliques, disparaissent immédiatement après avoir été provoquées par l'étincelle; enfin, pour une proportion plus grande encore de l'isolant, elles finissent par ne plus avoir lieu, même par l'application directe de violentes décharges.

» Si la plupart des substances discontinues étudiées jusqu'ici ont une origine artificielle, il ne s'ensuit pas que les phénomènes auxquels elles

(¹) Travail du laboratoire de Psychologie physiologique des Hautes Études à la Sorbonne.

donnent lieu ne puissent pas rencontrer des analogues dans les phénomènes naturels. Je me propose d'en donner un exemple dans cette Communication.

» Dès les premières recherches sur le fonctionnement du système nerveux, il a paru naturel d'admettre entre la conductibilité nerveuse et la conductibilité électrique une ressemblance qui a été exprimée par le terme de *courant nerveux*. Le système nerveux passait alors pour constituer un tout dont les différentes parties étaient continues. Mais, dans ces dernières années, les recherches histologiques ont fait voir que le système nerveux est formé de neurones, éléments discontinus, sans soudures entre eux, qui ne sont en rapport que par leurs extrémités ramifiées et par contiguïté. Il en résulte que l'onde nerveuse se propage par contiguïté et qu'elle est arrêtée par un défaut de contiguïté. Si l'assimilation du système nerveux à un système de conducteurs métalliques n'est plus possible, une analogie frappante se présente entre le système nerveux et un conducteur discontinu. Un neurone se comporte comme un grain métallique d'un conducteur discontinu.

» Plusieurs raisons, déduites de la comparaison dans certains cas du fonctionnement des conducteurs discontinus et de celui des neurones, paraissent justifier cet essai d'assimilation.

» De même que le choc affaiblit et fait même disparaître la conductibilité des conducteurs discontinus, de même le traumatisme produit l'anesthésie et la paralysie hystériques, dues à une suppression de la transmission, soit sensitive, soit motrice, de l'influx nerveux et, par conséquent, à un défaut de contiguïté des terminaisons nerveuses.

» D'autre part, de même que les oscillations des décharges électriques établissent la conductibilité des substances conductrices discontinues, ne voyons-nous pas ces décharges agir de la façon la plus efficace pour guérir l'anesthésie et la paralysie hystériques, ce qui conduirait à penser qu'elles ont pour effet de déterminer dans l'un et l'autre cas la contiguïté ou une modification équivalente à la contiguïté des éléments.

» Le parallélisme entre les effets du choc et des étincelles sur les radioconducteurs et sur le système nerveux hystérique se poursuit dans la susceptibilité de réagir sous une action faible après qu'une action forte a produit un premier effet, ce que j'ai appelé la *sensibilisation par un premier effet* dans ma Note du 6 décembre dernier.

» Les décharges de haute fréquence et les oscillations électriques qui les accompagnent sont éminemment aptes à rendre conducteurs les con-

ducteurs discontinus; nous les voyons, d'autre part, d'après les observations de MM. d'Arsonval et Apostoli, exercer un effet thérapeutique manifeste sur les affections causées par le ralentissement de la nutrition. Si ces affections sont nerveuses et peuvent être attribuées à une transmission imparfaite de l'influx nerveux, on est autorisé à supposer que les oscillations électriques agissent en rétablissant entre les éléments nerveux une contiguïté qui était devenue insuffisante.

» J'ai montré autrefois que des courants continus d'une force électromotrice suffisante produisent par leur transmission dans les radioconducteurs les mêmes effets que les décharges électriques à distance; cette action des courants continus est soumise aux mêmes lois générales que l'action des décharges électriques : persistance, disparition par le choc et par la chaleur; en outre, une première excitation par une pile d'une grande force électromotrice détermine également après le retour la susceptibilité d'excitation par une pile d'une force électromotrice notablement moindre et graduellement décroissante (sensibilisation). Les courants continus agissant également sur le système nerveux, il y aurait lieu de rechercher si leur mode d'action dans les affections où ils ont été reconnus efficaces présente les mêmes particularités que sur les radioconducteurs.

» Je n'insiste pas sur le rôle de la substance intermédiaire entre les neurones et entre les grains métalliques, ni sur le mécanisme par lequel s'établit la transmission. L'incertitude est trop grande dans le cas des neurones, aussi bien que dans le cas des conducteurs discontinus, pour que la concordance des hypothèses offre de l'intérêt.

» Ces quelques aperçus ne sont pas de nature à permettre d'affirmer autre chose qu'une analogie d'effets, mais ils sont susceptibles de guider dans le choix des modes électriques à employer dans différents cas (effluves, étincelles, etc.,) et de provoquer des interprétations dont l'Électrothérapie pourrait peut-être tirer parti. »

MAGNÉTISME. — *Propriétés magnétiques des aciers trempés.* Note de Mme **Sklodowska Curie**, présentée par M. A. Potier.

« J'ai étudié les propriétés magnétiques d'aciers trempés de composition connue et dans des conditions de trempe déterminées. Les échantillons d'aciers ont été généralement mis à ma disposition sous forme de barreaux. J'ai aussi étudié quelques aciers sous forme d'anneaux réalisant des circuits magnétiques fermés.

» Les barreaux, chauffés dans un four électrique à spirale de platine,

étaient trempés à l'eau. Le courant de chauffe aimantait les barreaux, et l'on pouvait, à l'aide d'une aiguille aimantée sur pivot, suivre l'état d'aimantation du barreau dans le four. On a reconnu ainsi que, pour qu'un barreau prenne la trempe, il est nécessaire que le four ait été porté à une température supérieure à celle de la transformation magnétique, c'est-à-dire qu'il est nécessaire que l'acier soit à l'état faiblement magnétique au moment de la trempe.

» J'ai déterminé l'*intensité d'aimantation rémanente maximum au centre du barreau* et le *champ coercitif du barreau*. Le barreau ayant été aimanté à saturation le champ coercitif du barreau est le champ uniforme dans lequel il faut le placer pour que l'intensité d'aimantation devienne nulle au centre.

» Le champ coercitif du barreau diffère à peine du *champ coercitif vrai de l'acier*, c'est-à-dire du champ pour lequel l'intensité d'aimantation est nulle dans la courbe normale d'aimantation cyclique à circuit magnétique fermé.

» Les *fig.* 1 et 2 ci-dessous représentent la moitié des courbes normales d'aimantation cyclique pour les aciers étudiés sous forme d'anneaux.

» Le Tableau ci-après indique les résultats obtenus pour quelques-uns des aciers étudiés :

		C pour 100.	T.	H_c.	I_1.	I.	I_m.	Hys.
Aciers au carbone de Firminy		0,06	1000	3,4	30	625	1560	28
		0,20	850	11,0	120	770	1590	68
		0,49	770	23	220	835	1525	108
		0,84	770	53	420	605	1230	170
		1,21	770	60	460	645	1200	182
Aciers au carbone Bœhler, Styrie	doux	0,70	800	49	420	″	″	″
	mi-dur	0,96	800	56	420	″	″	″
	extra-tenace dur	0,99	800	55	410	″	″	″
	extra-mi-dur	1,17	800	63	460	″	″	″
Aciers au carbone d'Unieux		0,75	770	51	410	″	″	″
		0,83	770	56	440	″	″	″
		0,96	770	58	430	640	1175	165
		1,40	750	61	″	″	″	″
		1,61	750	46	″	″	″	″
Acier au cuivre de Châtillon et Commentry, Cu = 3,9 pour 100		0,87	730	66	490	″	″	″
Aciers au tungstène d'Assailly.	W = 2,7 pour 100	0,76	850	66	510	800	1240	260
	W = 2,7 pour 100	1,10	830	68	500	″	″	″
Acier au tungstène de Châtillon et Commentry, W = 2,7 pour 100		1,02	800	69	540	″	″	″
Aciers au tungstène Bœhler, Styrie.	Spécial très dur, W = 2,9 pour 100	1,10	850	74	530	″	″	″
	Boreas non trempé, W = 7,7 pour 100	1,96	″	45	350	″	″	″
	Boreas trempé, W = 7,7 pour 100	1,96	800	85	370	″	″	″
Acier d'Allevard, W = 5,5 pour 100		0,59	770	72	560	850	1240	280
Aciers au molybdène de Châtillon et Commentry.	Mo = 3,5 pour 100.	0,51	850	60	530	″	″	″
	Mo = 4,0 pour 100.	1,24	800	85	530	″	″	″
	Mo = 3,9 pour 100.	1,72	800	78	560	″	″	″

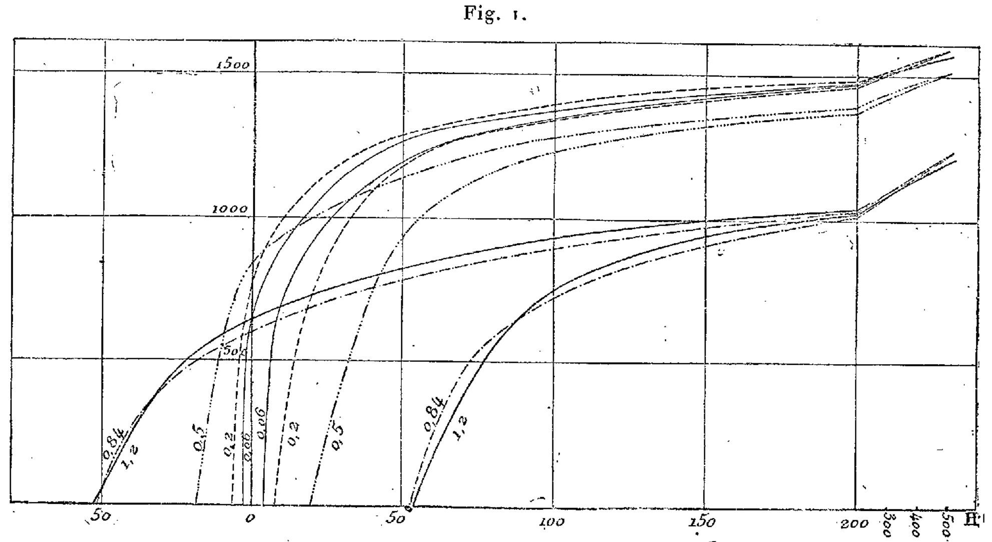
» Dans ce Tableau, après la nature des aciers, on a indiqué : la provenance de l'acier, le pourcentage de carbone (C pour 100), la température de trempe T, le champ coercitif H_c, l'intensité d'aimantation rémanente I_1 au centre des barreaux, pour barreaux de 20^{cm} de longueur et de section carrée de 1^{cm} de côté, et pour les aciers étudiés à circuit magnétique fermé : l'intensité d'aimantation rémanente I, l'intensité d'aimantation induite I_m pour un champ magnétisant de 500 unités, l'hystérèse Hys. exprimée en kiloergs par centimètre cube pour un cycle d'aimantation accompli entre les limites de champ ± 500.

» Les qualités magnétiques d'un acier au point de vue de la construction des aimants sont assez bien caractérisées par l'intensité d'aimantation rémanente à circuit magnétique fermé et par le champ coercitif.

» De la grandeur de cette dernière constante dépend la stabilité du magnétisme et aussi la possibilité d'aimanter l'acier sous forme de barreaux peu allongés.

» Le Tableau et les courbes (*fig.* 1) indiquent les résultats obtenus avec une série d'aciers au carbone seul de divers pourcentages. Le champ coer-

Fig. 1.



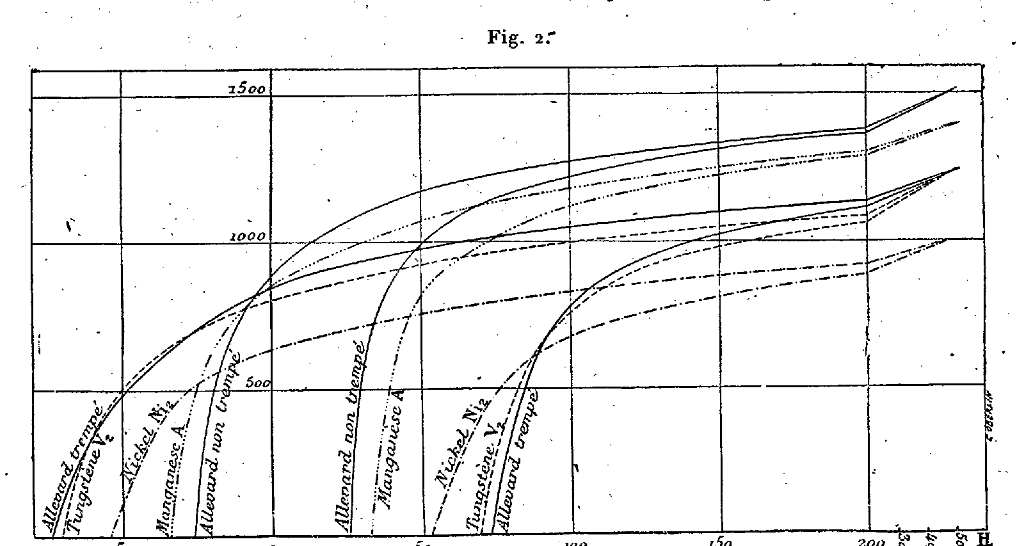
Aciers au carbone seul, le pourcentage de carbone est indiqué sur chaque courbe.

citif croît avec le pourcentage de carbone jusqu'à un pourcentage voisin de 1,2 et décroît ensuite pour des pourcentages plus élevés. L'intensité d'aimantation rémanente à circuit fermé croît d'abord avec le pourcentage de carbone, atteint un maximum pour un pourcentage de 0,5 environ et décroît ensuite pour des pourcentages plus élevés. L'intensité d'aimantation induite maximum décroît constamment quand le pourcentage de carbone augmente; enfin, l'hystérèse croît d'abord avec le pourcentage de

carbone et passerait vraisemblablement par un maximum pour un pourcentage supérieur à 1.

» L'examen des résultats obtenus avec les aciers spéciaux montre que l'introduction des divers métaux ne modifie pas beaucoup, en général, l'in-

Fig. 2.



tensité rémanente à circuit magnétique fermé; elle diminue l'intensité induite maximum, elle augmente le champ coercitif et l'hystérèse. C'est l'augmentation du champ coercitif qui rend certains aciers spéciaux propres à faire de bons aimants permanents. La présence de petites quantités de bore, de silicium, de manganèse ne semble pas avoir une influence notable. Le nickel, le chrome, le cuivre en petite proportion (moins de 4 pour 100) améliorent les qualités magnétiques des aciers. Enfin, les aciers au tungstène et au molybdène sont les meilleurs aciers à aimants. Il est à remarquer que les métaux dont l'influence est relativement faible (nickel, chrome) font surtout sentir leur présence dans les aciers peu carbonés, tandis que les éléments plus actifs améliorent les aciers à tout pourcentage de carbone; la présence de molybdène et de tungstène donne même des qualités magnétiques remarquables à des aciers qui ont une très forte proportion de carbone (1,7 à 2 pour 100).

» Le champ coercitif peut dépasser 60 pour les aciers au carbone seul, il atteint 70 à 74 pour les aciers au tungstène, tels que l'acier d'Allevard, et 80 à 85 pour les aciers au molybdène. Les aciers employés actuellement pour la construction des aimants permanents sont des aciers au tungstène.

On voit que les aciers au molybdène pourraient également être utilisés avec avantage. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation de la lumière émise par une flamme au sodium placée dans un champ magnétique.* Note de M. A. **Cotton**, présentée par M. J. Violle.

« I. J'ai montré précédemment [1] que le changement de période vibratoire de la lumière du sodium, découvert par Zeeman, peut être mis facilement en évidence sans appareil dispersif, en étudiant l'absorption de la lumière par la couche extérieure entourant une flamme au sodium, absorption qui disparaît lorsque le changement de période est suffisant.

» Cette couche absorbante, où la température est plus basse et le sodium libre moins abondant, existe normalement autour de toute flamme de sodium. Elle modifie toujours l'intensité des radiations envoyées et produit, dans certaines conditions, le renversement du milieu des raies spectrales. *Je me propose de montrer aujourd'hui que la présence de cette couche absorbante joue un grand rôle dans le phénomène découvert et étudié par Égoroff et Georgiewsky* [2].

» Ces physiciens ont étudié, à l'aide d'un polariscope, la lumière émise normalement aux lignes de force. Ils ont observé une polarisation partielle très nette et mesurable de la lumière émise lors de l'action du champ, les vibrations (de Fresnel) perpendiculaires aux lignes de force étant prédominantes.

» D'autre part, l'étude spectroscopique de cette lumière, faite par Zeeman, Cornu, etc., a montré que chaque raie du sodium se transforme dans ces conditions en un triplet de trois raies voisines. La raie centrale, formée par des vibrations parallèles aux lignes de force du champ, occupe la place de la raie primitive : soit T_0 la période correspondante. Les deux autres raies, de périodes très voisines T_1, T_2, sont formées au contraire par des vibrations perpendiculaires au champ.

» Il résulte des expériences d'Égoroff et Georgiewsky que, dans le faisceau émis, l'intensité $I_1 + I_2$ de l'ensemble des raies latérales dépasse l'intensité I_0 de la raie centrale. On peut alors se demander si le champ magnétique ne vient pas modifier l'état vibratoire lui-même de la source, les vibrations perpendiculaires au champ devenant privilégiées.

» II. La théorie de Lorentz, qui avait suggéré à Zeeman ses expériences, ne fait rien prévoir de semblable : les intensités I_1, I_2 ne devraient différer de $\frac{I_0}{2}$ que d'une frac-

(1) *Comptes rendus,* 29 novembre 1897.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 748 et 1242, et t. CXXV, p. 16.

tion très faible, de l'ordre du changement de période. Aussi Lorentz a étudié, dans un Mémoire récent [1], à la fois expérimental et théorique, cette question de la polarisation partielle produite par le champ magnétique. Il a fait la remarque, très importante, que l'intensité observée dépend non seulement de l'émission des radiations en un point de la source, mais encore de l'*absorption* que les rayons éprouvent en traversant les couches successives de la flamme. Lorsque le champ magnétique est excité, cette absorption diminuerait pour les vibrations perpendiculaires au champ qui éprouvent un changement de période.

» Mais il reste dans cette explication un point obscur. Les modifications que l'on observe, dans les expériences de Zeeman, sur les raies d'émission s'observent aussi sur les raies d'absorption (et il est même souvent avantageux de faire ces expériences en utilisant ces raies renversées). On ne s'expliquerait donc pas la polarisation observée, puisque l'émission et l'absorption seraient modifiées de la même manière. C'est pourquoi Lorentz, qui considère dans ses calculs une flamme homogène dans un champ uniforme, a dû, pour compléter sa théorie, recourir à des hypothèses supplémentaires.

» III. Je crois qu'on peut expliquer le phénomène d'Égoroff et Georgiewsky en remarquant que jamais les différentes parties de la flamme ne sont identiques, et que l'effet Zeeman ne s'y produit pas partout avec la même intensité. Cela peut tenir soit au défaut d'uniformité du champ, soit encore à la structure de la flamme elle-même.

» Le défaut d'uniformité du champ intervient certainement dans nombre de cas, et l'on peut même, en l'accentuant beaucoup, augmenter considérablement la polarisation observée. (C'est le cas d'une expérience de Lorentz, où il utilise deux flammes dont l'une est dans le champ, et l'autre en dehors.)

» *Mais j'ai observé que la polarisation partielle se manifeste encore lorsque la source est placée tout entière dans un champ magnétique uniforme.*

» Je citerai, par exemple, une expérience où le champ était produit entre deux grandes armatures planes de 16^{cm} de diamètre, distantes de 1^{cm} environ. Une petite étincelle jaillissait, parallèlement aux lignes de force, entre une pointe et une plaque de sodium, au milieu du champ magnétique *uniforme* ainsi produit. Malgré la valeur restreinte de ce champ (certainement inférieure à 1000 C. G. S.), la lumière émise est encore polarisée.

» Il existe en effet dans la source diverses couches différant par la valeur de la température et la richesse en sodium. Ces deux causes (surtout la première) doivent faire varier, d'un point à l'autre, l'intensité de

---

[1] Lorentz, *Kon. Akademie van Wetenschaffen* (Amsterdam), p. 193-209; septembre 1897.

l'effet Zeeman. En particulier *l'enveloppe extérieure de la flamme et les parties centrales sont affectées différemment :* je l'ai constaté par l'expérience suivante :

» Une petite flamme de Bunsen, où l'on introduit *un peu* d'un sel de sodium, est contenue tout entière entre les armatures d'un électro-aimant pouvant donner un champ uniforme (intensité environ 6000 C. G. S.). On regarde cette flamme se projetant sur le champ éclairé obtenu à l'aide d'un petit miroir concave placé derrière. Pour cela on superpose à la flamme son image un peu agrandie, les parties correspondantes de la flamme et de l'image étant voisines au point observé. On voit les bords de la flamme apparaître en sombre, la couche absorbante traversée y étant plus épaisse. Lorsque le champ est excité, les bords s'éclaircissent notablement, et en outre toute la flamme devient plus brillante. Ces phénomènes deviennent plus nets lorsqu'on observe à travers un nicol ne laissant passer que des vibrations normales au champ.

» Donc la gaine extérieure et la partie centrale de la flamme, *placées dans le même champ,* se comportent différemment. Le changement de période n'est pas le même dans les parties de la flamme qui envoient le plus de lumière, et à la périphérie où cette lumière est absorbée (¹). Par conséquent les vibrations perpendiculaires au champ, qui subissent seules ce changement de période, doivent être moins absorbées lorsque le champ existe, ce qui explique les résultats d'Égoroff et Georgiewsky.

» IV. L'explication de Lorentz, ainsi complétée, ne rattache pas seulement ces expériences à celles de Zeeman; elle éclaircit d'autres faits expérimentaux :

» 1. Ainsi que Lorentz l'a fait remarquer, on peut s'expliquer que *la polarisation partielle* n'ait été observée par Égoroff et Georgiewsky qu'avec la lumière des raies spectrales *spontanément renversables*.

» 2. On comprend de même que les expériences d'Égoroff et Georgiewsky ne réussissent que si l'on emploie une source aussi monochromatique que possible. Toute polarisation disparaît avec une source très chargée en sodium (²).

» 3. On s'explique encore le fait signalé indépendamment par Égoroff et Georgiewsky, et par Michelson (³), et que j'ai constaté moi-même (dans

(¹) Ce changement existe encore pour la couche extérieure elle-même (expérience III, décrite dans la Note précédente; cette expérience nécessite un champ plus intense que les expériences II où le champ était d'environ 6000 C.G.S.).

(²) Cf. LORENTZ, *loc. cit.*, p. 201.

(³) MICHELSON, *Phil. Mag.*, p. 115 (en note); juillet 1897.

des observations faites parallèlement ou perpendiculairement au champ), que l'intensité lumineuse d'une flamme au sodium augmente par l'action du champ magnétique.

» 4. Enfin je montrerai, dans un travail plus étendu, comment les modifications plus compliquées des raies du sodium, observées, dans certaines conditions, par Lodge et Davies, se rattachent d'une manière simple aux faits précédents ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation des alliages de glucinium. Alliages de glucinium et de cuivre.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons antérieurement fait connaître ([2]) quelques propriétés nouvelles de la glucine et étudié l'action des réducteurs sur cet oxyde.

» Le carbone nous a fourni, en particulier, un carbure défini dont nous avons décrit la préparation et les propriétés ([3]). La température nécessaire pour obtenir la réduction de la glucine étant très élevée, il nous a été jusqu'ici impossible d'obtenir le métal, soit en soumettant à l'action de l'arc électrique un mélange de charbon et de glucine en excès, soit en chauffant le carbure de glucinium avec de l'oxyde. L'insuccès de ces tentatives peut être attribué à la carburation facile du glucinium à la température élevée du four électrique et peut-être aussi à sa volatilisation.

» Nous avons cependant réussi à préparer des alliages de ce métal en opérant la réduction de l'oxyde de glucinium, en présence d'un autre oxyde ou d'un métal. Ce procédé nous a permis de faire plusieurs alliages dont nous donnerons la préparation et quelques propriétés, nous réservant de revenir, dans une prochaine Communication, sur leurs propriétés physiques et mécaniques.

» *Alliages de glucinium et de cuivre.* — Lorsque l'on chauffe un mélange d'oxyde de cuivre, d'oxyde de glucinium et de charbon au four électrique, on obtient un lingot bien fondu, constitué par un alliage des deux métaux.

» Pour obtenir un bon résultat il est nécessaire d'opérer avec un mélange bien

---

([1]) Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

([2]) *Sur quelques propriétés de la glucine pure* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 818).

([3]) *Sur un carbure de glucinium* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 496).

intime. A cet effet, nous avons calciné le mélange des azotates provenant de la dissolution de quantités déterminées des oxydes.

» Nous avons employé les deux mélanges suivants :

	1.	2.
Glucine	25gr	25gr
Oxyde de cuivre	50	190
Charbon	10	25

» Ces mélanges ont été chauffés dans le four électrique à creuset de M. Moissan, pendant cinq minutes avec un courant de 900 ampères sous 45 volts.

» Dans le premier cas, nous avons obtenu un culot métallique de 45gr et de 142gr dans le second. Ces rendements ont été à peu près constants dans d'autres essais similaires. L'aspect des alliages obtenus ne diffère pas sensiblement. Ils peuvent être brisés sous le marteau, ils présentent alors une cassure d'un rouge rosé rappelant la cassure d'un cuivre aigre. Cette coloration n'est pas la véritable coloration de l'alliage; on reconnaît, à l'examen microscopique, que le produit n'est pas homogène. On en sépare, par l'action de la chaleur, un alliage fusible jaune pâle, quelquefois presque blanc, très pur et dont la teneur en glucinium n'a pas été constante dans tous nos essais; il reste un véritable feutrage de cristaux d'un oxyde double de cuivre et de glucinium, de couleur rouge, dont on ne peut éviter la présence qu'en opérant avec un excès de charbon et en chauffant plus longtemps. Nous ne pensons pas qu'il y ait avantage à cela, car on carbure ainsi une notable quantité de glucinium et l'on volatilise la majeure partie du cuivre. Il est plus facile d'opérer la séparation de l'alliage cuivre-glucinium pur par une deuxième fusion qui peut être faite au four Perrot. En effet, en maintenant un des lingots à la température du four Perrot, on voit se produire un suintage de l'alliage et formation d'un culot qui se réunit dans le fond du creuset. Nous avons produit ainsi des alliages renfermant de 5 à 10 pour 100 de glucinium.

» Les alliages ayant une teneur voisine de 10 pour 100 sont jaune pâle, presque blancs.

» Les alliages à 5 pour 100 sont plus jaunes, ils se liment et se polissent facilement. On peut les marteler à chaud et à froid. Ils ne s'oxydent pas à l'air mais se ternissent légèrement sous l'action de l'hydrogène sulfuré. L'acide azotique les dissout très facilement.

» L'échantillon que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

Glucinium	4,95
Cuivre	94,90
	99,85

» Il est facile, en partant de ces alliages, d'obtenir des alliages moins riches en glucinium; pour cela, il suffit de les fondre avec une quantité

déterminée de métal, on obtient un liquide qui se coule facilement et dont la teneur peut être prévue.

» A la dose de 0,5 pour 100, le glucinium change déjà notablement l'aspect du cuivre et lui donne une grande sonorité.

» Nous avons notamment préparé un alliage renfermant 1,32 pour 100 de glucinium. Cet alliage d'un jaune d'or est très sonore. Il se lime facilement et peut être forgé.

» Nous avons pu préparer, en suivant une marche identique, les alliages du glucinium avec les métaux usuels et avec un certain nombre de métaux réfractaires tels que le chrome, le molybdène, le tungstène, etc., dont nous poursuivons l'étude [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les impuretés de l'aluminium et de ses alliages.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan.

« Depuis quelques années, on s'est beaucoup occupé des impuretés de l'aluminium, celles-ci modifiant quelquefois profondément les propriétés de ce métal. M. Moissan [2] a montré quel rôle important jouaient l'azote, le carbone et surtout le sodium; ces corps ne se rencontrent plus que rarement dans l'aluminium industriel, mais on y trouve encore du silicium, du fer et du cuivre; il nous a paru intéressant de rechercher sous quelle forme se trouvaient ces divers éléments.

» Pour cela, nous avons choisi de l'aluminium préparé par électrolyse et aussi pur que possible et un alliage de ce métal à 3 pour 100 de cuivre; nous avons traité ces échantillons par les acides faibles (acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$ ou au $\frac{1}{5}$, eau régale de même concentration) et nous avons examiné les résidus.

» *Aluminium.* — Nous avons pris 400^{gr} d'aluminium que nous avons attaqué par de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{5}$ (200^{cc} d'acide pour 1^{lit} d'eau) d'abord à froid, puis au bain-marie, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus aucune attaque; on obtient, dans ces conditions, un résidu de couleur marron, et 11^{lit} d'acide étendu sont nécessaires; on place le tout dans un grand flacon, on laisse déposer et on lave par décantation; les premiers lavages s'effectuent facilement, mais bientôt le précipité ne se dépose que

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École de Pharmacie.

(2) H. Moissan, *Impuretés de l'aluminium industriel* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 12).

très lentement; on décante une dernière fois après avoir constaté que les eaux ne dissolvent plus rien, on filtre à la trompe et l'on sèche à 110°.

» *Examen de la liqueur.* — La liqueur examinée qualitativement contient, outre de l'aluminium, du fer à l'état de chlorure ferreux, et de la silice : cette dernière a été dosée, et l'on a trouvé en silice 0,06 pour 100 du métal employé, correspondant à 0,028 pour 100 de silicium.

» *Partie insoluble.* — C'est une poudre brun chocolat paraissant homogène sous le microscope. La chaleur jusqu'au rouge sombre ne l'altère pas, mais à partir de cette température elle devient grisâtre: elle s'oxyde fortement. Elle est insoluble dans l'eau et dans les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique; elle est attaquée par l'acide fluorhydrique, le mélange nitrofluorhydrique la dissout très rapidement en laissant un léger résidu contenant du fer, de l'aluminium et des traces de cuivre. M. Vigouroux a montré ([1]) que ces propriétés étaient celles d'un silicium impur.

» *Analyse.* — Nous avons employé la méthode indiquée par M. Vigouroux : la substance est attaquée par un mélange d'azotate et de carbonate de potassium (6 pour 100 de carbonate pour 4 pour 100 d'azotate) et l'on continue comme pour un silicate; on obtient la silice totale, le fer, l'aluminium, le cuivre; une attaque au chlore avec les précautions indiquées donne la silice préexistant dans la substance primitive; la différence des deux nous donne celle provenant du silicium.

» Nous avons trouvé ainsi :

	Pour 100.	
Perte à 250° dans le vide.	9,26	9,41
SiO^2	17,14	17,63
Si	66,29	66,50
Fe^2O^3	1,69	1,42
Al^2O^3	5,38	4,91
Cu	traces	traces.

» *Alliage d'aluminium et de cuivre.* — Celui dont nous nous sommes occupé contient 3 pour 100 de cuivre.

» I. *Action de l'eau régale.* — Nous avons dissous 200gr d'alliage dans de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$; l'attaque, qui commence à froid, est terminée au bain-marie. On place le tout dans un ballon de 10lit, et l'on ajoute 500cc d'acide azotique; le précipité abondant, insoluble dans l'acide chlorhydrique seul, se dissout en partie pour donner un résidu brun chocolat, la solution se colore fortement en bleu; après quelques minutes d'ébullition, on laisse déposer et l'on décante; la partie insoluble est lavée par décantation et, après plusieurs lavages et quand les eaux ne dissolvent plus rien, on filtre à la trompe; cette filtration est très difficile et l'on est obligé de perdre un peu de matière. (On peut éviter cet inconvénient en ajoutant aux eaux de lavage du chlorhydrate d'ammoniaque.)

» *Partie liquide.* — La liqueur est analysée qualitativement : on y trouve de l'aluminium, du cuivre, du fer et de la silice; celle-ci dans la proportion de : en silice, 0,21 pour 100 du métal employé, ce qui correspond à 0,08 pour 100 de silicium.

([1]) VIGOUROUX, *Thèse de doctorat*, n° 881, p. 8 et suivantes.

» *Résidu.* — Le résidu, séparé, comme nous l'avons indiqué, est séché à l'étuve à 110°; c'est une poudre marron chocolat, un peu plus foncée que celle provenant du métal; comme elle, elle ne perd toute son eau d'hydratation que vers le rouge sombre sans être altérée; vers 500° à 600°, elle devient gris noirâtre, elle s'oxyde; elle est insoluble dans les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique; partiellement soluble dans l'acide fluorhydrique; elle est complètement attaquée par le mélange nitrofluorhydrique, sauf un léger résidu.

» *Analyse.* — Effectuée comme précédemment, l'analyse a donné les résultats suivants :

	Pour 100.	
Perte à 250° dans le vide	8,35	8,03
SiO^2	18,27	19
Si	66,01	64,65
Fe^2O^3	2,08	3,04
Al^2O^3	traces	traces
CuO	5,20	5,42

» II. *Action de l'acide chlorhydrique.* — Quand on traite l'aluminium à 3 pour 100 de cuivre par l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$ on obtient un résidu abondant d'une belle couleur rouge brun; nous avons attaqué 200gr de cet alliage et le résidu, séparé du liquide, a été lavé par décantation, avec de l'eau bouillie puis refroidie à l'abri de l'air; quand les lavages sont terminés, on filtre à la trompe et l'on sèche à 110°; ces lavages sont très difficiles : une partie de ce résidu s'altère et reste en suspension dans les eaux de lavage.

» *Partie liquide.* — La liqueur est incolore, mais, au bout de quelque temps, au contact de l'air, elle devient bleu clair; l'analyse qualitative révèle la présence du cuivre au minimum, de l'aluminium, du fer et de la silice; celle-ci dans la proportion en SiO^2 de 0,045 pour 100 de métal employé, ce qui correspond à 0,021 pour 100 de silicium.

» *Partie insoluble.* — C'est une poudre rouge brun qui, examinée au microscope, n'est pas très homogène; soumise à l'action de la chaleur bien avant le rouge, elle brûle comme de l'amadou puis devient noire en s'oxydant.

» *Analyse.* — Pour l'analyser on la dissout dans l'eau régale; la partie insoluble est calcinée puis fondue avec du carbonate de sodium; on reprend par l'eau, on acidule, on réunit les deux liqueurs; on insolubilise la silice; on la dose, ainsi que le cuivre, le fer et l'aluminium.

» Nous avons trouvé :

	Pour 100.	
Cu total	85,78	80,05
SiO^2	3,50	3,43
Fe^2O^3	0,58	0,65
Al^2O^3	0,85	pas dosable

» *Conclusions.* — Le résidu obtenu en dissolvant l'aluminium dans l'acide chlorhydrique possède les propriétés du silicium impur.

» Celui obtenu par l'action de l'eau régale étendue sur l'alliage à 3 pour 100 de cuivre est de même un silicium très impur.

» Celui que l'on obtient par l'action de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$ sur le même alliage est un mélange complexe, peu homogène, de cuivre, de silicium, de fer et d'aluminium.

» Les liqueurs contiennent de la silice provenant probablement de la décomposition des siliciures de fer, de cuivre et peut-être d'aluminium qui accompagnent, en petites quantités, le métal.

» En résumé tous ces résidus sont des mélanges complexes, leur oxydabilité est très grande; certains fixent l'oxygène de l'air sur le filtre même à la température ordinaire; de plus, dans l'attaque de l'aluminium ou de ses alliages, ces impuretés du métal se divisent inégalement entre le précipité et la partie liquide : on ne peut donc songer à utiliser comme procédé de dosage cette attaque de l'aluminium par les acides étendus [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un carbonate double de soude et de protoxyde de chrome.* Note de M. G. **Baugé**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note précédente [2] nous avons indiqué la préparation et les propriétés d'une combinaison cristalline de carbonate chromeux et de carbonate d'ammonium. Nous décrirons aujourd'hui le composé résultant de l'union du carbonate chromeux et du carbonate de sodium.

» *Préparation.* — Lorsque, sur de l'acétate chromeux bien lavé et encore humide, on fait agir une solution de carbonate de sodium dans l'eau bouillie, on observe que l'acétate entre immédiatement en solution, et qu'il ne tarde pas à se précipiter un corps rouge et brun.

» On opère cette précipitation dans un courant d'acide carbonique bien privé d'oxygène [3].

» L'appareil dont nous nous sommes servi consiste en un flacon à tubulure latérale, maintenu renversé. Dans ce flacon, constamment traversé par un courant d'acide carbonique dépouillé d'oxygène, on fait arriver une certaine quantité d'acétate chromeux en suspension dans l'eau. Après dépôt du sel, on décante l'eau surnageante au moyen d'un tube glissant à frottement doux dans le bouchon qui ferme le goulot du

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 474.

(3) Cet acide carbonique est privé d'oxygène par son passage dans plusieurs barboteurs contenant du chlorure chromeux en solution concentrée.

flacon, puis on introduit sur l'acétate une solution tiède de carbonate de sodium préparée avec de l'eau bouillie. Par agitation, l'acétate se dissout et le sel double se dépose plus ou moins rapidement suivant la concentration de la solution sodique. La concentration qui nous a donné les meilleurs résultats est celle obtenue en dissolvant 400gr de carbonate sodique à 10 molécules d'eau dans une quantité d'eau suffisante pour faire 1lit de solution. Quand le sel s'est bien rassemblé, on décante l'eau-mère du carbonate double et on le lave avec de l'eau bouillie froide, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne renferment plus d'acétate de sodium. On continue alors les lavages en remplaçant l'eau bouillie par de l'alcool à 98° C. jusqu'à ce que cet alcool sorte de l'appareil au même titre. On ajoute alors sur le produit de l'alcool à 98° C., mais saturé d'acide carbonique, et l'on fait passer le tout, en agitant, dans un tube de fort diamètre plein d'acide carbonique et muni, à l'une de ses extrémités, d'un disque percé pour filtration. Ce tube est mis en communication avec une trompe à vide. Il est ainsi facile d'essorer le corps dans un courant d'acide carbonique. Quand le sel n'abandonne plus d'alcool, on débouche rapidement le tube qui le contient et l'on fait tomber le produit dans un seau de verre où arrive constamment de l'acide carbonique. Dès que le composé commence à s'effleurir, on introduit dans le seau de petits tubes fermés à une extrémité, on y fait passer le sel double, puis l'on scelle à la lampe.

» On peut aussi préparer ce corps en remplaçant le carbonate neutre de sodium par du bicarbonate. Dans ce cas, la matière mousse beaucoup, la moitié de l'acide carbonique se dégageant au moment de la réaction. Il est donc nécessaire d'employer un appareil de plus grande dimension. Cependant la mousse peut être évitée en partie, si l'on fait arriver doucement sur le sel humide une solution tiède et saturée de bicarbonate de sodium; le liquide pénètre alors peu à peu dans la masse et le dégagement d'acide carbonique se fait alors régulièrement.

» *Propriétés.* — Le carbonate chromeux sodique forme deux hydrates, l'un renfermant 10 molécules d'eau, l'autre 1 molécule.

» SEL A 10 MOLÉCULES D'EAU. — Ce sel, préparé comme ci-dessus, est une poudre rouge brun. Au microscope, il se présente sous la forme de tables en losanges, tantôt isolées, tantôt groupées à la manière de feuillets d'un livre. Il est efflorescent.

» C'est un réducteur énergique. Il décompose l'eau un peu avant 100° avec dégagement d'hydrogène, en donnant un composé intéressant qui fera l'objet d'une Communication ultérieure.

» Placé dans le vide, il perd de l'eau à la température ordinaire. A 100°, il donne le sel à une molécule d'eau.

» Il est soluble dans l'eau froide. Cette solubilité, très grande au moment de sa préparation, diminue avec le temps, par suite, croyons-nous, de polymérisation.

» Si l'on essaie, en effet, de dissoudre du sel préparé depuis quelque

temps, on n'obtient qu'une liqueur colorée en blond, alors que les solutions obtenues au moment de sa préparation sont d'un brun presque noir. Ces solutions, abandonnées à elles-mêmes à l'abri de l'oxygène, ne tardent pas à se décolorer en déposant peu à peu le sel qu'elles contiennent. Le carbonate de sodium diminue aussi la solubilité de ce corps et peut même l'annihiler complètement s'il est ajouté en quantité suffisante. Il convient donc, dans la préparation de ce composé, d'employer un excès de la solution de carbonate afin d'avoir le rendement maximum. Les eaux-mères, très foncées quand on n'emploie que la quantité de sel sodique nécessaire à la réaction, deviennent, dans ce cas, tout à fait incolores, puis se colorent graduellement à mesure de l'élimination, dans les eaux de lavage, de l'excès de sel sodique, le sel double entrant alors de plus en plus en solution.

» Exposé dans l'air sec il s'effleurit rapidement, puis se transforme en sesquioxyde hydraté et carbonate de sodium.

» Dans l'air humide il s'oxyde de suite avec un notable dégagement de chaleur. Le chlore le transforme en sesquioxyde, avec dégagement d'acide carbonique. L'hydrogène et l'hydrogène sulfuré sont à froid sans action sur lui. Chauffé dans un courant de ces gaz, il se transforme, à 100°, en sel à 1 molécule d'eau.

» Enfin, les acides sulfurique et chlorhydrique étendus le dissolvent en donnant des solutions bleues.

» Sel a 1 molécule d'eau. — *Préparation.* — Le sel rouge perd 9 molécules d'eau. A froid, dans un courant de gaz inerte bien sec, l'opération est plus rapide si l'on opère à 100°; on place, dans un tube en V, le sel à 10 molécules et l'on maintient l'appareil dans un vase contenant de l'eau bouillante jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeur d'eau, on laisse refroidir dans le courant gazeux, et l'on termine la dessiccation dans le vide sur l'acide sulfurique jusqu'à poids constant.

» *Propriétés.* — Ce composé est une poudre jaune dont les propriétés sont voisines de celles du sel brun chauffé dans le vide ou dans un courant d'hydrogène et possède la propriété de changer de couleur; il devient brun, puis reprend sa couleur jaune par refroidissement. Ce phénomène se poursuit jusque vers 300° où le sel se décompose en sesquioxyde vert et carbonate de sodium.

» Chauffé à l'air, en couches minces, il s'oxyde complètement en fournissant des chromates de sodium. L'eau bouillie froide le transforme peu à peu en sel à 10 molécules d'eau. Comme le sel brun, il décompose l'eau à 100°. Assez stable en présence de l'air sec, il s'oxyde rapidement dans l'air humide avec formation de sesquioxyde bleu et mise en liberté de carbonate de sodium.

» Chauffé dans un courant de chlore, il donne du chlorure de chromyle et un résidu de sesquioxyde vert. Vers 240°, l'hydrogène sulfuré l'attaque avec formation du sulfure en poudre cristalline rouge, signalé par M. Moissan ([1]). Enfin les acides sulfurique et chlorhydrique étendus le dissolvent en donnant des solutions bleues.

» *Analyse.* — Le carbonate double, calciné dans un courant d'air sec et privé d'acide carbonique, nous a fourni de l'eau, de l'acide carbonique et du chromate de sodium.

» Le chrome a été dosé dans ce chromate à l'état de chromate mercureux.

» Dans les liqueurs filtrées, débarrassées du mercure par l'hydrogène sulfuré, nous avons déterminé le sodium à l'état de sulfate. Nous donnerons le détail de ces analyses dans le Mémoire que nous publierons aux *Annales.*

» En résumé, le carbonate chromeux forme, avec le carbonate sodique, un sel double susceptible de deux états d'hydratation auxquels l'analyse assigne les formules $CO^3CrCO^3Na^2, 10H^2O$ et $CO^3CrCO^3Na^2, H^2O$ ([2]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique du cérium.* Note de MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil**, présentée par M. Moissan.

« La réponse de M. Boudouard à la Note que nous avons présentée dernièrement à l'Académie ([3]) paraît ne reposer que sur un malentendu.

» En effet, si les écarts dans les chiffres obtenus par M. Boudouard étaient, comme il le dit, *du même ordre de grandeur* que les écarts qui existent entre nos chiffres, la question serait résolue et il serait définitivement démontré qu'il n'existe qu'un seul cérium. En réalité, il y a entre nous une divergence absolue.

» En ne considérant que les chiffres obtenus par la perte de l'eau ([4]), beaucoup plus exacts, ainsi que nous l'avons fait remarquer, que les chiffres donnés par la calcination au blanc, notre poids atomique maximum est de 92,85 et le minimum est de 92,49. Cet écart est dans la limite des erreurs expérimentales, d'où on peut conclure qu'il s'agit d'un corps unique, et non d'un mélange de plusieurs corps. Il n'y a donc pas lieu de re-

---

([1]) Henri Moissan, *Comptes rendus,* t. XC, p. 817.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

([3]) *Comptes rendus,* t. CXXV, p. 950.

([4]) *Bull. Soc. chim.,* 3e série, t. XVII, p. 689.

chercher si les fractionnements ont donné des chiffres inférieurs ou supérieurs, puisque les uns comme les autres se rapportent à une même substance.

» Il n'en est pas de même dans le cas de M. Boudouard, où les chiffres varient de 88,4 à 93,8 et où il s'agit manifestement d'un mélange de deux ou plusieurs corps, s'il n'y a pas d'erreurs dans la détermination des poids atomiques; le fractionnement d'un semblable mélange, s'il donne un résultat quelconque, ne peut donner qu'un accroissement ou un décroissement réguliers, depuis la première jusqu'à la dernière fraction.

» Nous croyons donc avoir eu raison de considérer comme *insolite* la série des chiffres 91,6; 90,1; 91; 91,6; 92,6; 90,6, représentant les fractions successives d'une même cristallisation.

» Ne connaissant pas les méthodes employées par M. Boudouard, nous n'avons pas à contester la pureté de ses produits; nous dirons seulement que, si le cérium pur doit être blanc, nous n'avons jamais pensé que tous les cériums de couleur blanche devaient être purs. Quoi qu'il en soit, nous estimons avoir donné suffisamment de preuves de l'unité du cérium; nous attendrons que M. Boudouard présente un échantillon de son nouveau corps et décrive les propriétés qui le distinguent du corps qu'on a désigné jusqu'ici sous le nom de *cérium*. C'est, à notre sens, la seule façon de démontrer la thèse que soutenait M. Schützenberger et que soutient M. Boudouard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'emploi du carbure de calcium pour la préparation de l'alcool absolu.* Note de M. **P. Yvon**, présentée par M. Moissan.

« Lorsque l'on met du carbure de calcium en poudre grossière en contact avec de l'alcool concentré (90 à 95 centièmes) ce carbure est assez vivement attaqué et il se dégage de l'acétylène aussi longtemps qu'il reste de l'eau dans l'alcool; lorsque ce dernier est devenu anhydre, le dégagement gazeux cesse.

» L'emploi du carbure de calcium permet donc de constater si un alcool est anhydre; il suffit, en effet, de placer dans un tube bien sec quelques centimètres cubes d'alcool et d'y projeter une pincée de carbure de calcium, réduit en poudre grossière; si l'alcool est absolu, on ne voit aucune bulle de gaz se dégager, et par agitation le liquide reste transparent. Si, au contraire, l'alcool examiné renferme des traces d'eau, on voit de

petites bulles gazeuses se former, et si l'on agite, le mélange se trouble et devient blanchâtre par suite de la formation d'hydrate de chaux.

» Pour préparer de l'alcool absolu, il suffit de placer dans un flacon de l'alcool à 90°, ou mieux à 95°, avec le quart de son poids de carbure de calcium réduit en poudre grossière. Le dégagement gazeux, d'abord assez vif, se ralentit bientôt. On agite alors fréquemment pendant deux à trois heures, puis on laisse en repos pendant douze heures. On s'assure alors que l'agitation ne donne plus lieu à aucun dégagement de gaz; dans le cas contraire, on prolonge encore l'agitation et le contact de l'alcool avec le carbure; au besoin, on ajoute encore une petite quantité de ce dernier, puis on transvase le mélange dans un appareil distillatoire et l'on procède à la séparation de l'alcool, en mettant à part les premières portions recueillies; elles renferment en dissolution une petite quantité d'acétylène. Il est prudent de conduire loin du foyer les premières vapeurs dégagées, qui sont constituées par un mélange d'alcool et d'acétylène. L'alcool condensé est anhydre, si l'opération a été bien faite.

» Il est préférable de recueillir tout l'alcool dans le même récipient et de l'agiter ensuite avec une petite quantité de sulfate de cuivre desséché, qui s'empare de tout l'acétylène tenu en dissolution. On procède alors à une seconde distillation sans séparer l'acétylure de cuivre qui s'est formé.

» L'alcool absolu, préparé par ce procédé, ne précipite pas par l'alcoolate de baryte : le carbure de calcium est donc un réactif aussi sensible que ce dernier et permet d'obtenir par une seule distillation, deux au plus, de l'alcool absolu, en prenant comme point de départ de l'alcool à 95° et même à 90° C. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diuréthanes aromatiques de la pipérazine.* Note de MM. P. Cazeneuve et Moreau, présentée par M. Friedel.

« Nous avons eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie, dans une Note précédente, sur la réaction de la pipéridine sur les éthers carboniques des phénols, laquelle nous a permis de préparer avec la plus grande facilité des uréthanes aromatiques encore inconnues [1].

» La pipérazine, qui est une diazine avec deux AzH en *para* dans le noyau et qui doit fonctionner théoriquement comme deux molécules de pipéridine accolées, nous a donné, dans les mêmes circonstances, des uréthanes de la forme

$$\mathrm{CO}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{Az}\left\langle\begin{matrix}\mathrm{C^2H^4}\\\mathrm{C^2H^4}\end{matrix}\right\rangle\mathrm{Az}\\\mathrm{OR}\qquad\qquad\mathrm{RO}\end{matrix}\right\rangle\mathrm{CO},$$

[1] Séance du 20 décembre 1897.

R étant un radical aromatique. Ce sont de véritables diuréthanes formées en vertu de la répétition du groupe amine dans la molécule. On connaît d'ailleurs un éther oxamique de la même forme obtenu par réaction de la pipérazine sur l'oxalate d'éthyle

$$C^2O^2\left\langle\begin{matrix}\text{Az}\left\langle\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\end{matrix}\right\rangle\text{Az}\\ O.C^2H^5\quad C^2H^5.O\end{matrix}\right\rangle C^2O^2;$$

mais les uréthanes et les urées de cette base sont encore inconnues.

» Nous avons préparé ainsi, par réaction sur les éthers carboniques de phénols, les diuréthanes phénylique, gaïacolique, naphtolique α et naphtolique β de la pipérazine.

» Pratiquement, ces uréthanes de la pipérazine ne se forment pas comme ceux de la pipéridine par réaction directe de la base sur les éthers carboniques aromatiques. Nous avons même constaté qu'en chauffant la pipérazine et le carbonate de gaïacol, par exemple, les deux corps entraient en fusion et formaient deux couches non miscibles, réagissant mal l'une sur l'autre.

» La réaction s'effectue au contraire très régulièrement, avec des rendements presque théoriques, en prenant l'alcool comme dissolvant intermédiaire.

» I. *Diuréthane phénylique de la pipérazine.* — On chauffe pendant vingt heures, au réfrigérant ascendant, une molécule de pipérazine avec une molécule de carbonate de phényle, au sein du double de leur poids d'alcool à 93°.

» C'est ainsi que, dans une opération, nous avons chauffé 107gr de carbonate de phényle avec 43gr de pipérazine au sein de 300gr d'alcool à 93°.

» Par refroidissement, on a une masse cristalline peu soluble dans l'alcool froid, qu'une seule cristallisation dans l'alcool bouillant donne très pure et d'une grande blancheur. Les rendements sont presque théoriques.

» Cette diuréthane cristallise en petits cristaux prismatiques insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther et le benzène même à chaud, plus solubles dans l'alcool et le chloroforme, également solubles à chaud dans le nitrobenzène.

» Elle fond à 177°-178°.

» L'analyse élémentaire donne des chiffres concordant nettement avec la formule

$$CO\left\langle\begin{matrix}\text{Az}\left\langle\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\end{matrix}\right\rangle\text{Az}\\ O.C^6H^5\quad C^6H^5.O\end{matrix}\right\rangle CO.$$

» L'action saponifiante de la potasse alcoolique à 150°, l'action décomposante de

l'acide sulfurique à chaud avec dégagement d'acide carbonique ne laissent aucun doute sur la nature de ce dérivé.

» II. *Diuréthanes gaïacolique et naphtolique α et β de la pipérazine.* — Ces diuréthanes se préparent exactement dans les mêmes conditions que la diuréthane phénylique, en chauffant la pipérazine, molécule à molécule, avec les éthers carboniques correspondants, au sein de l'alcool à 93°, pendant vingt heures.

» Tous ces corps ont donné, à l'analyse élémentaire, des chiffres absolument probants.

» Le dérivé gaïacolique cristallise au sein de l'alcool en tables assez volumineuses. Il a les mêmes caractères de solubilité que le dérivé phénylique. Il fond à 181° et correspond à la formule

$$CO\begin{matrix}\diagup Az\langle\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\end{matrix}\rangle Az\diagdown\\ \diagdown O.C^6H^4.OCH^3 \quad CH^3O.C^6H^4O\diagup\end{matrix}CO$$

» L'action saponifiante de la potasse alcoolique à 150° et l'action décomposante de l'acide sulfurique ont été vérifiées.

» Les dérivées naphtoliques α et β se présentent sous forme de petits cristaux blancs mamelonnés plus insolubles dans l'alcool, même bouillant, que leurs congénères, insolubles dans l'eau et l'éther, mais solubles dans le chloroforme, le benzène et le nitrobenzène à chaud. Le corps α fond à 190°-191°, et le corps β vers 220°. Ils correspondent à la formule

$$CO\begin{matrix}\diagup Az\langle\begin{matrix}C^2H^4\\C^2H^4\end{matrix}\rangle Az\diagdown\\ \diagdown O.C^{10}H^7 \quad C^{10}H^7.O\diagup\end{matrix}CO$$

» En partant de ces uréthanes nous pensons obtenir facilement les urées de la pipérazine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'α-acétylfurfurane et sa présence dans les goudrons de bois.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« La matière première qui a servi à ces recherches est une huile légère, bouillant de 150° à 200°, provenant d'une usine d'Alsace, où l'on distille presque exclusivement du hêtre et un peu de chêne; je la dois à l'obligeance de M. Scheurer-Kestner, que je suis heureux de remercier ici.

» Cette huile est lavée à la soude à 10 pour 100 qui lui enlève une proportion importante de phénols (un peu plus du tiers de son poids), puis à l'acide chlorhydrique étendu; elle est ensuite distillée dans le vide et rectifiée dans le vide à la colonne. L'emploi du vide est nécessaire sans quoi les produits s'altèrent assez rapidement. Les deux portions principales sont 50-60 et 60-70 sous 10^{mm}; j'ai surtout étudié la seconde.

» Cette portion, traitée par l'hydroxylamine en excès, s'y combine en partie; on obtient un mélange d'oximes bouillant de 105° à 115° sous 10mm et qu'il est facile de séparer du produit qui n'a pas réagi.

» Cette oxime, abandonnée pendant quelque temps à elle-même, a laissé déposer des cristaux qui, après une nouvelle cristallisation dans l'éther, ont fondu à 127°-128°; leur composition répond à la formule C^6H^9AzO.

» C'est là l'oxime d'une cétone, car, chauffée avec l'anhydride acétique, elle a fourni un acétate $C^6H^8AzO\,CO\,CH^3$ qui forme de très beaux cristaux en aiguilles, fondant à 73° et bouillant à 123° sous 10mm. C'est l'oxime d'une acétone cyclique non saturée, la méthylcyclopenténone C^6H^8O qui a été déjà rencontrée dans le goudron de bois par M. Looft (*Lieb. Annalen*, T. CCLXXV, p. 336; *Bull.*, 3e série, T. XII, p. 152; *D. chem. Ges.*, T. XXVII, p. 1538; *Bull.*, 3e série, T. XII, p. 1812; *D. chem. Ges.*, T. XXVII, p. 1542; *Bull.*, 3e série, T. XII, p. 1262).

» La presque totalité de l'oxime étant restée liquide, je l'ai traitée par l'anhydride acétique qui l'a transformée en un acétate, bouillant sans décomposition aux environs de 135° sous 10mm et qui a laissé déposer des cristaux qui, après cristallisation dans l'éther, forment de belles aiguilles fondant à 96°. Cet acétate a pour composition $C^8H^9AzO^3$; il correspond donc à une oxime $C^6H^7AzO^2$, que j'ai pu obtenir aisément en le décomposant par la potasse alcoolique. Cette oxime bout à 110°-111° sous 10mm et cristallise entièrement par refroidissement; une cristallisation dans l'éther l'abandonne en magnifiques cristaux prismatiques, fondant à 104°, que M. Offret, professeur de Minéralogie à l'Université de Lyon, a bien voulu déterminer : ils constituent des prismes dodécagonaux réguliers et sont du signe positif.

» Cette oxime $C^6H^7AzO^2$ existe en quantité assez importante dans le mélange et dans d'autres préparations. J'ai pu, à l'aide d'un germe, provoquer directement sa cristallisation. J'ai pu ainsi me procurer une quantité suffisante de cette oxime pour pouvoir en régénérer l'acétone, en la traitant par l'acide sulfurique étendu à 25 pour 100 et bouillant. La nouvelle acétone bout à 67° sous 10mm et cristallise entièrement après être restée pendant longtemps en surfusion; les cristaux, d'un blanc pur, fondent à 29°,5. Cette acétone qui répond, comme on pouvait le prévoir, à la formule $C^6H^6O^2$, possède une odeur qui rappelle celle de l'acétophénone, mais plus forte et moins agréable.

» Le second atome d'oxygène n'appartenant ni à un carbonyle, ni à un oxhydryle, puisque l'anhydride acétique fournit simplement l'acétate

d'oxime : $C^6H^6O = Az-O-CO-CH^3$, il semblait probable qu'elle se rattachait à la série du furfurane, d'autant plus que les dérivés du furfurane se rencontrent dans les produits de la distillation du bois et que sa composition s'accorde avec l'hypothèse d'un acétylfurfurane :

$$C^4H^3O-CO-CH^3 = C^6H^6O^2.$$

» J'ai pu démontrer, en effet, par synthèse directe, que le produit en question constitue réellement l'α-acétylfurfurane :

```
      O
     / \
   CH   C-CO-CH³.
   ||   ||
   CH—CH
```

J'ai préparé le pyromucate d'éthyle, lequel cristallise aisément; je l'ai chauffé au bain-marie avec de l'acétate d'éthyle, en présence d'une molécule de sodium coupé en lames minces. La réaction est terminée au bout de douze heures ; il suffit de reprendre la masse cristalline qui a pris naissance par l'acide chlorhydrique étendu pour isoler sans difficulté le pyromucylacétate d'éthyle, qui bout à 142°-143° sous 10^{mm} et possède l'odeur de l'éther acétylacétique. Cet éther, chauffé pendant quelques heures à l'ébullition avec l'acide sulfurique étendu à 25 pour 100, se décompose suivant le schéma

```
      O
     / \
   CH   C — CO — CH² — CO² — C²H⁵
   ||   ||                          + H²O
   CH — CH
      O
     / \
 = CH   C — CO — CH³ + CO² + C²H⁶O.
   ||   ||
   CH — CH
```

» L'α-acétylfurfurane ainsi obtenu s'est montré identique à celui extrait de l'huile de bois; c'est même lui qui a cristallisé le premier, et c'est un germe de ses cristaux qui a provoqué la cristallisation du second; il fournit également l'oxime, en cristaux rhomboédriques fondant à 104°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la façon dont se comporte à la distillation un mélange de pyridine avec les acides propionique, acétique et formique.* Note de M. G. André.

« On sait que deux liquides miscibles, à points d'ébullition différents, fournissent à la distillation une série de mélanges que des fractionnements successifs séparent finalement en espèces chimiquement définies. Il est cependant des cas où cette séparation est très difficile, sinon impossible, et dans lesquels on observe des anomalies intéressantes dans la façon dont se comportent les points d'ébullition. J'ai étudié à cet égard le cas d'un acide volatil mélangé à un corps liquide doué de propriétés basiques faibles, une base tertiaire telle que la pyridine. Il y a évidemment combinaison entre les acides propionique, acétique, formique, que j'ai examinés, et la pyridine, car, au moment de leur mélange, les deux liquides dégagent une notable quantité de chaleur. Cependant le titre acide, pris au moyen de la baryte avec le concours du tournesol ou de la phtaléine, répond presque exactement à la dose de l'acide qui entre réellement dans la combinaison à la température ordinaire, la pyridine étant sans action propre sur ces matières colorantes.

» I. *Acide propionique et pyridine.* — On a soumis à la distillation 1 molécule d'acide propionique et 1 molécule de pyridine, soit, en tout, 153^{gr} de mélange. On a recueilli, après six tours de fractionnement, 51^{gr} d'un liquide bouillant à 150°-151°,5 ($H = 760^{mm}$). Ce liquide, qui présentait encore des stries dans sa masse, avait sensiblement la composition suivante : $2C^3H^6O^2 + C^5H^5Az$ (trouvé : C = 57,81; H = 7,45; Az = 6,34; calculé : C = 58,14, H = 7,49, Az = 6,16). Ce serait donc un sel acide répondant au biacétate d'ammonium. Le titre acide de ce liquide, pris directement avec la baryte, a donné, calculé en acide propionique, 62,79 et 62,82 pour 100, ce qui concorde avec le résultat précédent. Le mélange possède un point d'ébullition situé 11° environ plus haut que celui de l'acide propionique et 37° plus haut que celui de la pyridine : ce qui atteste bien l'existence d'un composé acide, dissociable d'ailleurs. Cette aptitude à la dissociation se manifeste lorsqu'on distille un pareil liquide sous pression réduite. Ce liquide ne bout pas à point fixe et, si on le fractionne de degré en degré, on trouve à l'analyse des chiffres qui diffèrent assez notablement de ceux précédemment indiqués. Ainsi le liquide précédent, distillé sous une pression de 15^{mm}, commence à passer à 58°,5-59°,5; cette portion, dont le titre acide répond à 55,63 pour 100 d'acide propionique, renferme donc un excès de pyridine, un quart environ, sur la formule du sel acide. Une deuxième portion de ce liquide ayant passé à 60°-61° ($H = 15^{mm}$), plus abondante que la première, a fourni à l'analyse des chiffres voisins, plus faibles que ceux de l'analyse du produit obtenu à la pression ordinaire.

» II. *Acide acétique et pyridine.* — Le mélange de ces deux substances se conduit à la distillation comme le précédent. Quelles que soient les proportions de l'acide par rapport à celles de la pyridine, ce mélange, qui commence à bouillir vers 100° à la pression ordinaire, avec ascension lente et continue du thermomètre, finit toujours par donner une portion plus ou moins abondante qui bout presque à point fixe à 139°-140° ($H = 760^{mm}$). La composition centésimale de cette portion, très sensiblement constante, répond à la formule $3C^2H^4O + 2C^5H^5Az$. Si l'on redistille un semblable liquide, il commence à bouillir vers 100° et son point d'ébullition s'élève graduellement, sans arrêt fixe, jusqu'à 139°-140°. Le thermomètre demeure à cette température jusqu'au passage des dernières gouttes. Il en résulte que la fraction 139°-140°, distillée un certain nombre de fois, diminue de poids à chaque distillation et que, vraisemblablement, à la suite d'un nombre considérable de tours de fractionnement, on arriverait à résoudre finalement le mélange en ses composants primitifs.

» En soumettant à la distillation sous pression réduite ($H = 61^{mm}$) le liquide précédent, celui-ci a passé presque entièrement à 74°-74°,5 : dans ce cas, il n'a pas changé de composition; son titre acide est égal à 53,84 pour 100 d'acide acétique. Cependant j'ai obtenu aussi, par l'ébullition dans le vide, une séparation du produit initial et plusieurs autres, et cela en distillant sous une pression moindre que la précédente ($H = 20^{mm}$). Ainsi un liquide qui bouillait à 139°-141° ($H = 769^{mm},2$) et dont le titre acide répondait à 54,37, s'est scindé, sous une pression de 20^{mm}, en deux portions presque égales, l'une bouillant à 49° et dont le titre acide est égal à 52,14 pour 100; l'autre, bouillant à 50° et ayant, comme titre acide, 55,19.

» Les rapports que je donne n'ont d'ailleurs nullement la prétention de représenter des corps bien définis, ils servent seulement à fixer les idées.

» III. *Acide formique et pyridine.* — Un mélange de molécules égales d'acide formique et de pyridine, représentant 253^{gr}, a été distillé à la pression de $760^{mm},1$; il a fourni les chiffres suivants :

	Ébullition de		Poids obtenu.	CH^2O^2 contenu pour 100.
	°	°	gr	
1	100 à	120	5	2,37
2	120	130	28,5	3,28
3	130	140	34	9,11
4	140	145	20	21,59
5	145	150	48,5	34,68
6	150	155	98,5	55,16
7	155	159	16,5	56,86
			251	

» Ainsi la pyridine passe presque pure au début, bien que son point d'ébullition (114°) soit supérieur de 14° environ à celui de l'acide formique. Le produit final, le plus abondant, possède un titre acide situé entre 55 et 57 pour 100 d'acide formique.

» Dans un autre essai, un mélange de molécules égales de pyridine et d'acide formique (soit 158^{gr} de matière), a fourni, après sept tours de distillation, 40^{gr} d'un liquide bouillant à 148°-151° ($H = 761^{mm}$) dont le titre acide répondait à 57,5 pour 100

d'acide formique. La combustion a donné les chiffres suivants : $C = 46,29$; $H = 5,26$; $Az = 7,30$; soient les rapports $5CH^2O^2 + 2C^5H^5Az$, demandant : $C = 46,39$; $H = 5,15$, $Az = 7,21$. Ce produit, soumis à l'ébullition dans le vide, bouillait en presque totalité à 74°,5 ($H = 36^{mm}$), et il a gardé exactement la composition du liquide ci-dessus.

» Je m'occuperai prochainement des mélanges de triméthylamine avec les acides formique et acétique. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux cristallisés, formés sous l'influence d'agents volatils, aux dépens des andésites de l'île de Théra (Santorin).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Lors d'un voyage à Santorin, j'ai recueilli de nombreux minéraux cristallisés dans les druses des *andésites à hypersthène* de l'île de Théra. Leur étude fait l'objet de cette Note.

» Le plus commun de ces minéraux est la *tridymite*, dont l'abondance a déjà été signalée par M. Fouqué; on la trouve surtout dans des fentes parallèles à la fluidalité de la roche ou dans des cavités cellulaires. Elle y forme généralement des enduits cristallins continus; c'est particulièrement dans la coulée qui domine le lazaret de Phira qu'on peut la recueillir en cristaux maniables, assez épais, offrant les macles caractéristiques et l'aspect extérieur des cristaux de San-Christobal au Mexique. Ils sont disposés en petit nombre sur la paroi rubéfiée de larges cavités, elles-mêmes disposées en traînées au milieu de l'andésite.

» Dans le banc de lave sur lequel est bâti le quartier de Kato-Phira et immédiatement au-dessus du gisement de plantes fossiles que j'ai antérieurement signalé, j'ai trouvé en abondance un minéral rare, le *péridot* exclusivement ferrifère, la *fayalite*, se présentant en cristaux superficiellement irisés sur un tapis de lamelles de tridymite. Ils sont très nets, aplatis suivant $p(001)$ et présentent en outre $e^1(011)$, $e^{\frac{1}{2}}(021)$, $a^1(101)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $g^3(120)$; leur aspect est assez varié, suivant le développement relatif des formes a^1, $b^{\frac{1}{2}}$ et g^3. Ils rappellent les cristaux des lithophyses du Yellowstone Park, de Lipari, et ceux que j'ai observés dans une enclave du trachyte du mont Dore. Ils sont associés à de petites lamelles de biotite et à des octaèdres de magnétite.

» Il n'est pas douteux que tous ces minéraux ne soient le résultat de

l'action, sur l'andésite, de la vapeur d'eau mise en liberté par la consolidation définitive de la roche. Il est possible, du reste, de se rendre compte des différentes phases de leur formation; mais cette étude peut être faite plus facilement à l'aide des nombreux blocs de lave similaire qui se trouvent dans le tuf ponceux supérieur de l'île. Ces blocs sont fréquemment creusés de cavités volumineuses, que tapissent des produits néogènes. Quand on examine de près ces échantillons, on voit un passage insensible s'effectuer, par l'intermédiaire d'une zone d'un violet clair, entre la lave compacte noire et le plancher des cavités d'un blanc éblouissant. L'examen microscopique fait voir que la lave normale renferme de grands cristaux de plagioclase (andésine, labrador, labrador-bytownite), d'hypersthène et d'augite, disposés dans une masse à structure fluidale, riche en cristallites ferrugineux, avec çà et là quelques microlites naissants de plagioclase et d'augite. Au voisinage des druses, les cristallites ferrugineux s'oxydent, puis disparaissent, et la pâte vitreuse se transforme presque exclusivement en tridymite.

» La disparition des produits ferrugineux est accompagnée de la formation dans la cavité des géodes, de quelques minéraux cristallisés : *magnétite*, *hématite*, *biotite blende* et surtout *hornblende*. Ce dernier minéral se présente en aiguilles d'un noir éclatant, riches en faces brillantes, dans lesquelles j'ai observé : $m(110)$, $h^1(100)$, $g^1(010)$, $g^2(130)$, $a^1(\bar{1}01)$, $e^1(011)$, $e^{\frac{1}{3}}(031)$, $a_3(211)$, avec fréquentes macles suivant h^1.

» Il est à noter que ni la fayalite, ni la biotite, ni la hornblende ne se rencontrent comme éléments normaux de l'andésite, dans les vacuoles de laquelle ils abondent; leur mode de formation est comparable à celui des mêmes espèces observées dans les trachytes du mont Dore; mais tandis que dans ceux-ci ils se sont produits presque exclusivement aux dépens des enclaves englobées dans la roche volcanique, à Santorin, au contraire, les agents volatils ayant accompagné l'émission de la roche ont agi directement sur celle-ci.

» Le gisement de Santorin diffère des gisements similaires par l'absence de feldspaths parmi les produits néogènes; les quelques cristaux d'andésine observés au milieu de la tridymite étant à l'évidence des phénocristaux de l'andésite décapés par la corrosion de la matière vitreuse qui les ait englobés. J'ai fait remarquer plus haut que toutes ces cristallisations peuvent s'expliquer par la seule action des produits volatils emmagasinés dans le magma volcanique et mis en liberté au moment de sa consolidation.

J'ai observé un cas de production de silicates, dû aussi à des dégagements volatils, consécutifs de l'éruption qui a donné naissance aux roches correspondantes, mais postérieurs à la mise en place de celles-ci.

» Le sentier qui conduit de Merovigli aux mines de Skaro entame une épaisse couche de cendres rouges peu cohérentes; j'ai rencontré au milieu de cette couche une quantité prodigieuse de petites aiguilles d'hypersthène, recouvrant les éléments de ces cendres et si délicatement implantées sur elles que le moindre souffle permet de les en détacher. Ces cristaux d'un jaune pâle offrent une grande ressemblance avec ceux de l'hypersthène de Malnas (Transylvanie); ils sont aplatis suivant g^1 et généralement terminés par un pointement aigu; ils présentent en outre les formes m (110), h^1 (100); mais quelques-uns d'entre eux appartiennent au type commun dans l'hypersthène du Capucin au mont Dore.

» Les blocs de laves anciennes englobés par cette cendre, et notamment ceux de la lave à anorthite, sont parfois colorés en vert par de l'*augite* qui s'y développe en très grande quantité et épigénise même complètement la roche; celle-ci, par le choc du marteau, se transforme alors en une poussière verte cristalline.

» Dans ces divers produits de transformation, je n'ai pas observé de tridymite; un seul bloc de lave augitisée m'a présenté dans ses fentes des cristaux de *quartz* d'un blanc laiteux.

» Il est probable que la formation de ces pyroxènes est due, comme dans l'expérience classique de Daubrée, à l'action de la vapeur d'eau sur les éléments de la lave et des scories andésitiques. La disposition des aiguilles d'hypersthène à la surface de ces dernières rappelle, d'une façon frappante, celle de la microsommite dans les cendres de l'éruption du Vésuve de 1872. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Théorie de l'instinct d'orientation des animaux.* Note de M. G. **Reynaud**, présentée par M. Milne-Edwards. (Extrait.)

« Nous avons été conduit, par l'observation des faits relatifs à l'orientation, à une théorie, dont nous avons trouvé la confirmation dans une série d'expériences absolument nouvelles.

» I. Quand un animal se trouve brusquement transporté hors des limites de la région qui lui est connue, la mémoire résultant de l'exercice des cinq sens ne lui est plus d'aucun secours pour se diriger. Il s'oriente pourtant et réussit généralement à regagner sa demeure. Citons, à ce sujet, quelques faits.

» Des pigeons voyageurs, pris à Évreux, ont été entraînés dans la direction Évreux-Lille. Nous les envoyons dans une direction qu'ils ne connaissent pas; on les lâche à Vierzon et ils reviennent. Il semble inadmissible que des oiseaux, incapables de s'élever au-dessus d'une altitude de 300^{m}, par suite de la raréfaction de l'air, aient pu, de Vierzon, apercevoir un point connu de l'horizon d'Évreux. Ce n'est donc pas la vue qui les a guidés.

» Il existe à Paris, autour du Champ-de-Mars, un certain nombre de colombiers. Si la vue était le seul guide du pigeon voyageur, la Tour Eiffel représenterait, pour eux, un point de repère précieux, facile à apercevoir dans un rayon de 250^{km} autour de Paris. Or, l'expérience a démontré que les colombiers existant dans le quartier de Grenelle éprouvent aujourd'hui la même proportion de pertes qu'avant la construction de la Tour.

» Le retour des pigeons lâchés en mer, à 500^{km} des rives, prouve encore que la connaissance locale n'entre pour rien dans l'acte de l'orientation.

» Si donc on peut attribuer aux cinq sens, agissant de concert, les faits d'orientation rapprochée, l'acte d'orientation en terrain inconnu et lointain constitue une fonction distincte, commandée par un organe spécial que nous appellerons le *sixième sens*. Cet organe a son siège dans les canaux semi-circulaires de l'oreille. M. de Cyon et, après lui, M. le Dr Bonnier, ont en effet démontré que toute lésion qui l'affecte amène un trouble dans la faculté d'orientation du patient : homme ou animal.

» Demandons aux faits le mécanisme de l'orientation lointaine. Le pigeon, mis en liberté à 600^{km} de son colombier et guidé par le sixième sens, reprend le contrepied de l'itinéraire qu'il a suivi en chemin de fer. Ayant atteint de la sorte un point de la zone connue, il cesse de recourir au sixième sens et se dirige, à la vue, droit sur son toit. D'autres fois, le pigeon, guidé par le sixième sens, suit jusqu'à son colombier le contrepied du chemin par lequel on l'a amené au point du lâcher.

» Le sixième sens ne combine donc pas son action avec celle des cinq autres; il entre en action quand ceux-ci sont muets et cesse généralement de fonctionner quand l'animal est en terrain connu. Le pigeon guidé par la vue se dirige sur son but par le chemin le plus court; le sixième sens, au contraire, le lie pour le retour au chemin plus ou moins sinueux qui a été suivi à l'aller. Nous avons déduit, d'une quantité d'observations du même genre, la loi qui régit la circulation des animaux sur un terrain inconnu :

» *L'instinct d'orientation lointaine est cette faculté que possèdent les animaux de reprendre le contrepied d'un chemin déjà parcouru.*

» Tandis que les cinq sens, actionnés par des impressions émanées du terrain lui-même, sont des *organes subjectifs*, le sixième sens, qui donne à l'animal une notion de sa position par rapport au point de départ, tout indépendante des impressions du dehors, est un *organe subjectif*.

» Nous allons citer des expériences intéressantes, tentées récemment pour la première fois, qui sont la stricte application de notre théorie.

» II. S'il est vrai que la connaissance locale ne soit pas absolument indispensable pour assurer le retour au gîte, et que le sens de l'orientation lointaine suffise à la rigueur pour guider l'animal dans toutes les circonstances, on admettra qu'il soit possible de rendre mobile un colombier et d'en former les habitants à la vie nomade.

» Supposons qu'on ait transplanté de toutes pièces un colombier dans un nouveau milieu, sans apporter la moindre perturbation à l'existence de ses habitants. Ceux-ci, mis en liberté dès l'arrivée, s'éloigneront peut-être, mais la loi du contrepied assurera leur retour.

» Nous avons pu réaliser l'idée d'un colombier mobile. Des voitures aménagées en colombier voyagent dans toute la France; les pigeons élevés dans cette habitation nomade ne connaissent pas d'autre gîte. Quand le colombier arrive dans une nouvelle localité, les pigeons sont laissés libres et, parfois, au bout d'une heure ou deux, on les emporte au loin pour les lâcher, et ils peuvent rentrer. Un semblable retour ne saurait être attribué à la connaissance locale, très sommaire, acquise dans ces conditions. Le pigeon est donc guidé pour le retour par le sixième sens : reprenant, dès le lâcher, le contrepied du chemin par lequel on l'a amené, il rentre au colombier. Quelquefois, il passe comme hypnotisé au-dessus de sa demeure, *sans la voir*, et continue de la sorte jusqu'au gîte d'étape occupé la veille. Nous pouvons citer, à ce sujet, un fait curieux.

» Pendant le stationnement du colombier au château de Morchies, lors des manœuvres d'armée de 1897, deux pigeons s'égarent; on les retrouve à Bapaume, gîte d'étape précédent du colombier. L'un d'eux est repris, l'autre s'échappe. Son passage nous est successivement signalé à Saulty, Lillers et Houdain : il a repris jusqu'à cette dernière localité le contrepied de l'itinéraire suivi par les voitures. De Houdain il se rend à Evreux, recommençant, en sens inverse, le parcours effectué quelques jours avant en chemin de fer. A Évreux, nous réussissons à le faire capturer.

» Cet itinéraire, reconstitué en quelque sorte pas à pas, n'est-il pas la confirmation de notre loi du contrepied?

» Un autre exemple, emprunté au *Journal du Colombier mobile*, va nous démontrer que le sixième sens est bien un organe subjectif.

» Une voiture-colombier stationne pendant vingt-quatre heures à Épernay. Ses habitants ne sont pas mis en liberté, tandis que les pigeons des voitures voisines sont laissés libres pendant deux heures, puis emportés au loin pour être lâchés.

» Le lendemain, nos voitures sont toutes dirigées sur Châlons, à l'exception de celle dont les pigeons n'ont pas volé à Épernay. Ceux-ci sont répartis entre les autres voitures, qui sont du reste absolument identiques, comme modèle, à la première. A Châlons, les colombiers sont ouverts et les pigeons sont laissés libres. Quelques-uns de ceux qui ont effectué le parcours d'Épernay à Châlons, dans une voiture étrangère, partent pour Épernay et y retrouvent leur habitation roulante.

» Comment ont-ils reconstitué en sens inverse le parcours de Châlons à Épernay et retrouvé leur voiture, sur un emplacement dont ils ne connaissaient même pas les abords?

» De semblables faits sont inexplicables si l'on s'en rapporte aux théories qui ont eu cours jusqu'ici et qui, toutes, ont plus ou moins attribué l'acte d'orientation à la connaissance locale acquise par une longue observation, ou encore à la notion des courants magnétiques locaux. On a peut-être, à tort, envisagé dans l'orientation un seul fait : le retour à un gîte unique. L'expérience du colombier mobile prouve que le sixième sens permet à l'animal de retrouver un gîte temporaire, présentant pour lui un intérêt momentané. Il ne se préoccupe que d'une chose : regagner la voiture dans laquelle il trouvera ses habitudes, sa femelle, ses petits. Le milieu dans lequel sa voiture est transplantée lui est indifférent.

» L'orientation basée sur l'observation et la mémoire serait presque une manifestation intellectuelle. Or, les animaux qui sont doués de l'instinct le plus développé à cet égard ne sont pas les plus intelligents, mais ceux qui ont les plus grandes facultés de locomotion. L'orientation paraît donc être un acte purement matériel, mettant simplement en jeu un organe très perfectionné. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'appareil générateur des leucocytes dans le péritoine*. Note de M. **J.-J. Andeer**. (Extrait.)

« Comme la genèse des microcytes, uniques formes primaires des normoblastes et cytes, se règle proportionnellement à la dépense et à la consommation modale normale d'un, de plusieurs ou de la totalité des organes du corps de l'animal sain, il en est de même pendant ou après leurs maladies, pour régénérer ou réparer les tissus usés, lésés ou détruits. Cette restitution se produit de la façon la plus démonstrative après des anémies aiguës par des pertes de sang de toute espèce, aussi bien après de simples accidents qu'après des accidents pathologiques, tels que hématémèses, métrorragies, accouchements, avortements anormaux et autres hémor-

ragies compliquées. Il en est de même après des hémophilies d'autres organes de prédilection pour cette affection ou diathèse morbide du nez, des gencives, etc., et après des opérations chirurgicales dans le cas où l'anémie artificielle (d'Esmarch) pour empêcher l'hémorragie est inapplicable.

» Non seulement après des anémies aiguës et après des hémorragies abondantes et brusques, mais aussi après des maladies infectieuses aiguës telles que la dysenterie, le typhus, etc., etc., la régénération du sang figuré se fait quelquefois avec une vitesse surprenante, si l'appareil générateur des leucocytes et de la leucocytose possède encore sa parfaite intégrité fonctionnelle et son activité à l'endroit où se fait l'hématogenèse du sang figuré, au péritoine leucocytogène. Mais si cet appareil est au contraire dérangé dans ses fonctions physiologiques, si sa force génératrice et plastique est affaiblie, alors l'hématogénie et l'hématose successive se feront lentement, même dans le cas le plus favorable, et l'anémie ralentira la convalescence. Si enfin ce générateur plastogène du péritoine est lui-même envahi ou détruit par le microparasitisme ou ses toxines variées, le malade le mieux nourri et le plus rationnellement soigné succombera comme victime microbienne....

» L'anémie pernicieuse aiguë, déjà connue depuis des années symptomatiquement, mais dont la source et la genèse étaient jusqu'à présent énigmatiques, peut être locale, c'est-à-dire avoir son origine et son siège dans l'appareil générateur leucocytaire lui-même; ou bien dérivative, secondaire, propagée par les vaisseaux lymphatiques et ostioles d'un autre organe plus éloigné, à travers le péritoine (chemin leucocytifère et carrefour inverse), ou par des infections microparasitaires ou toxiniques d'autres parties du péritoine, comme d'un autre segment de l'intestin, de l'estomac, du rectum. Dans d'autres cas, l'invasion de la maladie chronique se change tout d'un coup, d'une manière foudroyante, en maladie aiguë.... »

M. **Delauney** adresse une « Note définitive sur les lois des distances planétaires ».

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note intitulée : « Les dépressions atmosphériques en octobre 1897, la période solaire et les passages des essaims périodiques d'étoiles filantes ».

M. A. Potu adresse une Note sur l'Électricité naturelle.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 décembre 1897.

Cours de Géométrie de la Faculté des Sciences. Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes, par Gaston Darboux, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences et Professeur de Géométrie supérieure à l'Université de Paris. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897. N° 10. Octobre 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-4°.

Les Troupes coloniales. Maladies du soldat aux pays chauds, par F. Burot et M.-A. Legrand. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1897; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Brouardel.)

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1896 à mai 1897. Note de M. G. Rayet, Président de la Commission météorologique départementale. Bordeaux, Gounouilhou, 1897; 1 vol. in-8°.

Les Poissons actuels et fossiles, par M. Lavocat, de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Toulouse, Douladoure-Privat, 1897; 1 broch. in-8°.

Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Année 1896-1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 21 décembre 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Actes de la Société scientifique du Chili. Septième année. Tome VII (1897). 2e et 3e livraison. Santiago, Cervantes; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. Ve Série. Tome VII. N° 2. Septembre 1897. Saint-Pétersbourg, 1 vol. grand in-8°.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, publicados de orden de la superioridad por el Director Don JUAN VINIEGRA. Seccion 2ª : *Observaciones meteorologicas y magneticas año* 1895. *Apendice a las observaciones magneticas de años anteriores.* San Fernando, 1896; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Tome CXXIV, séance du 25 janvier 1897.)

Note de M. *A. de Gramont*, Sur les spectres des métalloïdes dans les sels fondus; silicium :

Page 192, première ligne du Tableau des longueurs d'onde des raies, *au lieu de* α 696,97, *lisez* α 636,97.

(Tome CXXV, séance du 20 décembre 1897.)

Note de M. *A. Chauveau*, Comparaison du pouvoir thermogène, etc. :

Page 1070, ligne 2 du titre, *au lieu de* éléments, *lisez* aliments.

Note de M. *A. Leduc*, Sur les transformations isothermes, etc. :

Page 1090, formule (6), *au lieu de* $t - \frac{p}{\varphi}.\frac{\partial\varphi}{\partial p}$, *lisez* $1 - \frac{p}{\varphi}.\frac{\partial\varphi}{\partial p}$.

Page 1091, deuxième ligne du texte, *ajoutez* en supposant z, u et γ constants dans l'intervalle considéré.

Même page, formule (11), *au lieu de* 10^{-4}, *lisez* 10^{4}.

FIN DU TOME CENT VINGT-CINQUIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1897.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXV.

A

B

C

D

E

F

G

H

N

O

P

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
24849 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.